

waterstaat

getijdewateren

heek

7-9263, 1
g10

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM

borgerhout

model van de kust
en het scheldeëstuarium

**HYDRAULISCH ONDERZOEK
UITBOUW VOORHAVEN
ZEEBRUGGE**

DEEL 1
tekst

1977

MOD. 265 -7

M

rijkswaterstaat
dienst getijdewateren
bibliotheek
grenadiersweg 31 -
4338 PG middelburg

69420

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
borgerhout antwerpen



ministrerie van openbare werken
bruggen en wegen
bestuur der waterwegen

VLIZ (vzw)
VLAAMS INSTITUUT VOOR DE ZEE
FLANDERS MARINE INSTITUTE
Oostende - Belgium

MOD. 265-7

MODEL VAN DE KUST EN
HET SCHELDE-ESTUARIUM

HYDRAULISCH ONDERZOEK
UITBOUW VOORHAVEN ZEEBRUGGE

DEEL 1

Tekst + foto's

INHOUD.

0. Inleiding.

0.1. Opdracht.

0.1.1. Gevoeligheidsanalyse.

0.1.2. Vormgeving havendammen.

0.1.3. Oostkust.

0.1.4. Uitvoeringsalternatieven.

0.2. Het permanentie-overzichtsmodel van de kust.

0.3. Modelproeven ; verwerking meetresultaten.

0.3.1. Modelproeven.

0.3.2. Verwerking van de meetresultaten.

1. Gevoeligheidsanalyse der uitbouwgrootte.

1.1. Overzicht.

1.1.1. Doelstelling.

1.1.2. Bodemconfiguratie.

1.2. Gevoeligheidsanalyse 1e fase.

1.2.1. Beschrijving.

1.2.2. Aspecten eigen aan de vormgeving.

1.2.3. Dwarskrachtenlijnen.

1.2.4. Snelheidsverandering in de omgeving.

1.2.5. Besluiten 1e fase.

1.3. Gevoeligheidsanalyse 2e fase.

1.3.1. Beschrijving en aspecten eigen aan vormgeving.

1.3.2. Dwarskrachtenlijnen.

1.3.3. Snelheidsverandering in de omgeving.

1.3.4. Besluiten 2e fase.

1.4. Besluiten gevoeligheidsanalyse der uitbouwgrootte.

2. Vormgevingsstudie van het tracé der havendammen.

2.1. Voorbereidende fase TR 18, TR 19.

2.1.1. Inleiding.

2.1.2. Voorbereidende fase TR 18, TR 19.

2.2. 1^e fase van de vormgevingsstudie. Varianten A, B2, B3, C1.

2.2.1. Beschrijving.

2.2.2. Resultaten voor uitbouwlengte 1250 m. (TR 20, 21, 22 en 23).

2.2.3. Resultaten voor uitbouwlengte 1750 m. (TR 24, 25, 26 en 27).

2.2.4. Vaststellingen 1^e fase vormgevingsstudie.

2.3. 2^e fase van de vormgevingsstudie. Varianten D, E en F.

2.3.1. Beschrijving.

2.3.2. Resultaten varianten D0-D1. Uitbouwlengte 1250 m (TR29-30)
VLOED.

2.3.3. Resultaten varianten D0-D1. Uitbouwlengte 1750 m (TR31-32)
VLOED.

2.3.4. Resultaten varianten D3-D4. Uitbouwlengte 1750m (TR37-38)
VLOED.

2.3.5. Resultaten varianten E1-E2. Uitbouwlengte 1250 m (TR35-36)
EB.

2.3.6. Resultaten varianten E1-E2. Uitbouwlengte 1750 m (TR33-34)
EB.

2.3.7. Resultaten variante F. Uitbouwlengte 1750 m (TR 44).

2.4. Besluiten en vaststellingen vormgevingsstudie.

2.5. Gegevens voor het nautisch onderzoek.

2.5.1. Nautisch onderzoek ten behoeve van gevoeligheids- en vorm-
gevingsstudie.

2.5.2. Interim L. N. G. -Terminal.

BESLUIT.

0. INLEIDING.

0.1. Opdracht.

Het Waterbouwkundig Laboratorium te Borgerhout werd door de Tijdelijke Vereniging "ZEEBOUW-ZEEZAND" (TVZ2), Elisabethlaan te Knokke-Heist, belast met proeven in verband met de uitbouw van de voorhaven te Zeebrugge, uit te voeren op het bestaande permanentiemodel van de kust (MOD.265).

Het principieel akkoord voor het aanvangen van deze proeven werd op 3 december 1976 door het Hoofdbestuur der Waterwegen verleend (schrijven ref. HZ 16(1) A1 1/79.021). De modelstudie nam een aanvang op 3 januari 1977 (schrijven W.L. ref. 155.117-72036).

Het uit te voeren modelonderzoek bestaat uit de volgende vier onderdelen :

0.1.1. Gevoeligheidsanalyse.

In dit eerste studiedeel dient bepaald in welke mate de lengte van de zeewaartse uitbouw van de voorhaven de stromingstoestand in de omgeving van Zeebrugge beïnvloedt.

0.1.2. Vormgeving tracé havendammen.

Voor een gegeven uitbouw lengte dienen verschillende vormen van de zeewaartse begrenzing van de voorhaven tegenover elkaar afgewogen op hun hydraulische verdiensten. Hierbij dient ook aandacht geschonken aan middelen om de nautische toegankelijkheid te verbeteren.

0.1.3. Oostkust.

Onderzoek naar de hydraulische invloed van de havenuitbouw op de stroming voor de kust ten Oosten van Zeebrugge zal gepaard gaan met

onderzoek van de stromingssituaties bij verschillende strandverbeteringswerken of methodes (o.a. zandsuppletie, opvullen Appelzak, onderwaterdammen loodrecht op de kust,).

0.1.4. Uitvoeringsalternatieven.

De uitvoeringsfasen en methodiek van uitbouw der beide havendammen, inclusief de interim LNG-aanlegplaats, zal hierin onderzocht worden.

Elk van deze onderdelen betreft enkel het onderzoek op model van de hydraulische invloed van de uitbouw van de voorhaven te Zeebrugge en bijhorende werken.

0.2. Het permanentie - overzichtsmodel van de kust.

Het overzichtsmodel van de kust en het Scheldeëstuarium (zie foto 1) is een model met vaste (cement) bodem, gebouwd volgens een horizontale schaal 1/1000 en een verticale schaal 1/125.

De modelgrenzen zijn weergegeven in bijlage 1. De zeewaartse rand van het model is volledig gesloten.

In het model wordt uitsluitend een permanente vloed-en ebstroming weergegeven voor gemiddeld springtij, bij konstant waterpeil.

De vloedstroming in model simuleert de stroming op het ogenblik van maximum vloed vóór Zeebrugge, 0h40 voor HW Zeebrugge (waterpeil te Zeebrugge : G.L.L.W.S. + 4,5 m).

De maximum ebstroming in model is een simulatie van de stroming om 5h30 na HW Zeebrugge, bij waterpeil aldaar van G.L.L.W.S. + 0,8 m. Deze twee instellingen van het model worden in het verslag verder kortweg VLOED en EB genoemd.

Een uitvoerige beschrijving van het model en de ijkingstoestand (T0) is te vinden in het verslag 265-2.

0.3. Modelproeven.

0.3.1. Uitgevoerde modelproeven.

Bij vast ingestelde randvoorwaarden wordt voor een bepaalde uitbouwtoestand (verder TR1 , TR2 ,enz genaamd) de watersnelheid in model gemeten. Gezien de geringe waterdiepte wordt deze meting uitgevoerd door het fotograferen van oppervlaktedrijvers (zie foto 2 en 3).

Daarnaast wordt in een aantal vaste punten de snelheid en richting op 40 % van de diepte gemeten met behulp van micromolentjes.

Deze metingen dienen ter controle van de modelopstelling.

Tenzij uitdrukkelijk anders vermeld, wordt in dit verslag met "snelheid", steeds de oppervlaktesnelheid bedoeld.

0.3.2. Verwerking van de meetresultaten.

Na digitalisering van de gefotografeerde vlotter, is de snelheid qua grootte en richting in een groot aantal willekeurig verspreide punten gekend.

Het stromingsveld kan op verschillende wijzen worden weergegeven :

1. Stromingspatroon (vb. bijlage 4).
2. Snelheidsprofiel langs een raai (vb. bijlage 10) : langs de ongeveer 10 km lange raaien Blankenberge, Knokke-Heist en Zwin, loodrecht op de kust, en langs de ~~L~~ichtenlijn van de Pas van het Zand is de grootte van de snelheidsvector, met aangrijpingspunt op minder dan 250 m van de raai, ten rechte van de loodrechte projectie van dit aangrijpingspunt uitgezet (zie liggingsplan der raaien, bijlage 2).
3. Richtingsprofielen (vb. bijlage 18). Zoals voor de snelheidsprofielen is hier het verloop van de stroomrichting (t.o.v. het Noorden) weergegeven.

4. Dwarskrachtenlijnen langs de lichtenlijn. Deze geven voor een situatie het verloop van de kracht loodrecht op de raaklijn, uitgeoefend door de stroming. Voor de berekening van deze stroomdruk op een stilstaande rechthoekige plaats met eenheidsoppervlak wordt de oppervlaktesnelheid gebruikt. De lijn geeft het punctuele verloop van die kracht weer.
5. Procentuele snelheidsverandering t.o.v. de T0 situatie voor de omgeving van Zeebrugge (vb. bijlage 26).
Hiervoor wordt de gemiddelde oppervlaktesnelheid bepaald voor een vak (+ 1 km² groot), zowel voor T0, als voor een toestand Tx. De snelheidsverandering in dit vak wordt gegeven door :

$$\frac{V_x - V_0}{V_0} \times 100 \%$$

Een negatief getal duidt op een daling van de snelheid.

In vakken met minder dan 4 vlotters wordt de snelheidswijziging mede door interpolatie uit omliggende vakjes gegist.

1. GEVOELIGHEIDSANALYSE DER UITBOUWGROOTTE.

1.1. Overzicht.

1.1.1. Doelstelling.

Doel van dit onderzoek is het bepalen van de grootte van de snelheidsveranderingen nabij Zeebrugge in functie van de grootte van de buitenhaven.

Als maat voor de grootte van de uitbouw geldt de afstand gemeten, tussen het havenlicht op de bestaande havendam, en een lijn evenwijdig aan de kust, rakend aan de meest zeewaartse begrenzing van de uitbouw. De richting van de raaklijn is gedefinieerd door de lijn "Vuurtoren Hooglicht" - "Home Duinse Polders" (zie bijlage 3).

1.1.2. Bodemconfiguratie.

Op de toegangsgeulen na, werd de oorspronkelijke bodemconfiguratie van het model behouden. Deze geeft de bodemligging volgens de hydrografische kaarten van 1969-1970 weer (zie ijkingsverslag 265-2). Voor alle toestanden die in de gevoeligheidsstudie werden onderzocht waren de toegangsgeulen tot hun voorziene eindsituatie verdiept : (zie liggingsplan, bijlage 2)

1. Scheurpas ten Westen van de "Scheur-Zand" boei :
geul 500 m breed op Z - 15 m, taluds 2 ‰.
2. Scheurpas ten Oosten van de "Scheur-7" boei :
geul 500 m breed op Z - 12,5 m, taluds 2 ‰.
3. Pas van het Zand en Ribzand :
geul 400 m breed op Z - 15 m, taluds 2 ‰.
4. Zwaaiikom :
in de ontworpen voorhavens werd een zwaaiikom met bodem op

Z - 15 m voorzien. Het verdere areaal van de voorhaven werd tot boven het hoogwaterpeil opgevuld, teneinde de eindsituatie in het prototype na te bootsen, en zodoende het wateroppervlak te beperken, met het oog op eventuele neervorming binnen de haven.

Aan weerszijden van de uitbouwen werd het strand tegen de havendammen aan uitgebreid.

1.2. Gevoeligheidsanalyse 1e fase.

1.2.1. Beschrijving.

In eerste instantie werden havenuitbouwen van 1000 tot 3000 m onderzocht met tussenstappen van 500 m, nl :

Toestand TR5	=	uitbouw 1000 m
Toestand TR1	=	uitbouw 1500 m
Toestand TR2	=	uitbouw 2000 m
Toestand TR3	=	uitbouw 2500 m
Toestand TR4	=	uitbouw 3000 m

De vormgeving van de zeewaartse begrenzing van deze uitbouwen (zie bijlage 3) is voor elke uitbouw verschillend, met dien verstande dat de kromtestralen van de bogen, waaruit de Westelijke havendam is samengesteld, afnemen met stijgende uitbouwgrootte.

De straal van de cirkelboog in de Oostelijke dam neemt toe met de uitbouw.

1.2.2. Aspecten eigen aan de vormgeving.

Gezien de vorm van de Westelijke dam, volgt de stroming deze kromming niet, en vormt zich bij vloed een neer voor de havenmond (zie foto 3 voor TR1 - 1500 m). Deze neer, die zich voordoet bij alle onderzochte toestanden neemt niet sterk toe met de uitbouwgrootte (vgl.

bijlage 5 en 7, respectievelijk voor 1500 en 2500 m). Indien de snijding met de Zandpas van de stroombaan, die aan de Westelijke uitbouw raakt, als maat genomen wordt, kan gezegd worden dat vanuit hydraulisch oogpunt bij vloed de havens circa 500 m groter zijn dan hun nominale grootte.

Bij eb (zie foto 2 en bijlagen 4 en 6) lost de stroming de Oostelijke havendam. Daardoor ontstaat een neer voor de havenmond, over de Pas van het Zand. Aangezien de kromtestraal toeneemt bij toenemende uitbouw is de grootte van de neer quasi ongevoelig voor de uitbouw grootte.

1.2.3. Dwarskrachtenlijnen (bijlagen 8 en 9).

De dwarskrachtenlijnen bij eb zijn weergegeven in bijlage 8.

De maxima die optreden bedragen ongeveer het dubbel van de dwarskracht ter plaatse voor T0. Voor de uitbouwen van 1000 en 1500 m valt op dat de dwarskracht zeewaarts van het maximum, kleiner is voor T0. Dit is te wijten aan de verdieping van de toegangsgeul van circa H-9 m voor T0 tot H-15 m voor de hier onderzochte toestanden.

Voor de dwarskrachtenlijnen bij vloed is de invloed van de geulverdieping niet zo duidelijk terug te vinden. Op bijlage 9 is eveneens de dwarskrachtenlijn getekend voor een reeds eerder onderzochte toestand (T8, zie verslag 265-3) met een uitbouw grootte van 3800 m, en voor de toestand T22 (zie verslag 265-3), waarin enkel de toegangsgeulen verdiept zijn (zoals aangegeven in 1.1.2.).

Het maximum van de dwarskracht bevindt zich telkens iets zeewaarts van de stroombaan die de neerzone voor de havenmond begrenst.

Ter plaatse van deze grens is de helling van de dwarskrachtenlijn zeer groot, maar aan de hand van vlottermetingen moeilijk exact te bepalen.

1.2.4. Snelheidsveranderingen in de omgeving.

1) Snelheidsprofielen.

Langs de raaien weergegeven in bijlage 2 werd het verloop van de

snelheid bepaald (zie bijlagen 10 tot 17).

Bij eb ligt de raai Blankenberge (bijlage 10) gedeeltelijk in de luwe zone afwaarts de havenuitbouw. Dit valt duidelijk vast te stellen in de met de uitbouwgrootte afnemende snelheden tussen km 1 en 3. Langs de Pas van het Zand (bijlage 12) valt bij eb ook de invloed van de verdieping van de geul op (snelheden kleiner dan voor T0). De maximale snelheden iets buiten de neerzone zijn ongeveer 40 % groter dan de plaatselijke T0-snelheden.

Bij eb ligt de raai Knokke-Heist (bijlage 14) stroomopwaarts van de havenuitbouw. Het remmend effect van de uitbouw op de stroming valt te merken in de zone tussen km 4 en de oever.

In de raai Zwin valt een lichte snelheidsvermindering op boven de Paardemarkt (bijlage 16).

Bij vloed valt het stroomremmend effect van de uitbouw te merken tussen strand en km 5 langs de raai Blankenberge (zie bijlage 11). De snelheid nabij de kust neemt af met toenemende uitbouw.

Het effect van de verdieping van de Pas van het Zand (bijlage 13) valt slechts duidelijk op in een snelheidsvermindering voor de uitbouw van 1000 m. De maximale snelheden nemen zeer sterk toe boven 2500 m uitbouw. De stijging van de snelheid zeewaarts km 6 is ook buiten de zone waar het maximum optreedt aanzienlijk groter voor de uitbouwen boven de 2000 m.

Langs de raai Knokke-Heist (bijlage 15) blijkt de snelheidsvermindering langs de kust voor de uitbouwen van 2500 en 3000 m ook behoorlijk groter te zijn dan voor uitbouwen van 2000 en 1500 m. Ook de snelheidstoename zeewaarts de zuidrand van de Wielingen is be-
duidend groter dan voor 1000 - 1500 - 2000 m.

In de luwe zone in het schaduwvlak van de haven treedt neervorming op.

Ter plaatse van het Zwin (bijlage 17) is een onderscheid tussen T0 en andere situaties slechts te maken nabij de kust, waar de snelheid in de Appelzak afneemt.

2) Richtingsprofielen (bijlagen 18 t.e.m. 25).

Bij eb (zie ook bijlagen 4, 6) zijn de snelheden ten oosten van de uitbouw kloksgewijze verdraaid en ten westen van de uitbouw anti-kloksgewijze.

In bijlage 18 blijkt te Blankenberge dat voor 3000 m uitbouw de hoekverdraaiing tot 40° kan bedragen. In de Wielingen is de hoekverdraaiing kleiner dan 15° .

Ter plaatse van de Pas van het Zand is er geen hoekverdraaiing, aangezien de van de kust afbuigende stroom aldaar naar de kust terugdraait. De in bijlage 20 weergegeven verdraaiingen zijn die welke optreden binnen de bij eb gevormde neerzone voor de havenmond.

Voor Knokke-Heist wordt de ebstroming kloksgewijze afgebogen, maximaal 30° voor 3000 m uitbouw. Zeewaarts km 7 is het verschil met de T0 onbeduidend.

Voor de raai Zwin (bijlage 24) is het verschil qua stroomrichting met de T0 situatie te verwaarlozen.

Bij vloed is er een anti-kloksgewijze verdraaiing van de snelheidsvectoren afwaarts de uitbouw. Dit wordt geïllustreerd in bijlage 19 voor de raai Blankenberge. Ook ter plaatse van de Pas van het Zand is de snelheid meer zeewaarts gericht dan in de T0 situatie. Ten oosten van de zandpas buigt de stroming terug naar de kust af, en dit heeft een kloksgewijze verdraaiing tot gevolg voor Knokke-Heist (bijlage 23). De grote hoeken nabij de kust zijn te wijten aan neervorming. De hoek t.o.v. het noorden is ook groter naargelang ook de uitbouw groter is.

Tenslotte is er geen verschil in stroomrichting te bemerken tussen de T0 en de uitbouwsituaties in de raai Zwin (bijlage 25).

3) Procentuele snelheidsveranderingen (bijlagen 26 t.e.m. 30).

TR5	1000 m	EB	Snelheidsveranderingen groter dan $\pm 10\%$ zijn slechts te vinden tot op circa 2 km
-----	--------	----	--

			van het havenlicht, met een maximum van 29 % van de oostelijke havendam. De daling met meer dan 10 % in de Pas is te wijten aan de verdieping.
		VLOED	Snelheidsvermeerdering steeds kleiner dan 20 %. De zeer grote daling voor de havenmond is te wijten aan de neer.
TR1	1500 m	EB	Tot aan de rand van de Wielingen, ten zuiden de Bol van Heist, stijging groter dan 15 %. Lokaal stijging met 50 % aan de oostelijke dam.
		VLOED	Maximum stijging van 27 % ter plaatse van de contractie voor de westelijke dam. Stijging groter dan 15 % ten zuiden van de Wielingen.
TR2	2000 m	EB	Stijging van 20-25 % aan de Wielingen. De snelheidsverhogingen blijken niet uitgestrekter dan voor TR1.
		VLOED	In de Wielingen, stijging van 15 %, lokaal 20 % en 27 % op de zuidrand. Snelheidsverhogingen belangrijker en meer uitgestrekt dan voor TR1.
TR3	2500 m	EB	Ongeveer 30 % stijging aan de zuidrand van de Wielingen.
		VLOED	De grens tussen de zone met snelheidsdaling-en stijging valt ongeveer samen met de 7,5 m dieptelijn ten zuiden van de Wielingen. Ten zuidwesten van de Bol van Heist bedroegen de stijgingen 25 à 40 %. De Paardemarkt ligt volledig in het schaduwgebied van de uitbouw.

TR4	3000 m	EB	De snelheidstoename in de Wielingen bedraagt ten zuidwesten van de Bol van Heist 35 à 50 %.
		VLOED	De gemiddelde stijging van de vakjes ten noorden van de 7,5 m-lijn die de Wielingen begrenst bedraagt 22 %. Ten rechte van de westdam bedraagt de stijging 50 %.

1.2.5. Vaststellingen en-besluiten 1^e fase.

- a. Stijging van de vloodsnelheid met meer dan 25 % in het vaarwater van de Wielingen, en dit over meerdere vierkante kilometers treedt op bij uitbouwen van 2500 en 3000 m.
- b. Bij de uitbouwen van 2500 en 3000 m ligt bij vloed de grens van het schaduwvlak van uitbouw en neer ter plaatse van de zuidrand van de Wielingen.
- c. De kromtestraal van de westelijke dam bij de verschillende uitbouwen kan een rol spelen in de ligging van het loslaat-punt, de begrensende stroombaan en de grootte van de neer bij vloed.

Daarom werd besloten (werkgroep Laboratoria, vergadering 8.3.1977) uitbouwen van 1250 en 1750 m te onderzoeken, die qua kromming van de westdam dezelfde vorm hebben als de uitbouw 1500 m (TR1).

Tevens werd aangenomen dat voor verder onderzoek de uitbouwen groter dan 2000 m uitgesloten waren, gezien de grote snelheidsveranderingen, dwarskrachten en schaduwzones. Een gelijkvormige uitbouw voor 2000 m wordt onderzocht (bovenste grens). De uitbouw TR5 (1000 m) had een te grote kromtestraal, zodat als onderste grens ook de 1000 m uitbouw hernomen wordt.

Zodoende worden in een tweede fase vier uitbouwen, nl. 1000, 1250, 1750 en 2000 m onderzocht, steeds met een gelijkvormige westdam.

1.3. Gevoeligheidsanalyse 2e fase.

1.3.1. Beschrijving en aspecten eigen aan de vormgeving.

De onderzochte toestanden zijn (zie bijlage 31) :

TR8	uitbouw 1000 m
TR9	uitbouw 1250 m
TR10	uitbouw 1750 m
TR13	uitbouw 2000 m

Aangezien de ronde vorm behouden blijft, is er ook neervorming voor de havenmond (zie bijlagen 32 t.e.m. 35 voor TR9 en TR10).

1.3.2. Dwarskrachtenlijnen.

Bij eb (bijlage 36) valt op dat in het Ribzand de dwarskracht voor alle toestanden kleiner is dan voor de T0 situatie. Dit effect is te wijten aan de verdieping van de geul tot H-15 m. De maximale dwarskrachtgrootte verschilt nauwelijks voor de verschillende uitbouwen.

Bij vloed (bijlage 37) is de invloed van de verdieping van de geul minder belangrijk (de relatieve verdieping is minder groot).

De maxima worden groter naargelang de uitbouwgrrootte. De toename tussen 1500 m en 1750 m uitbouw, ook in de eerste kilometers zee- waarts van het maximum, is belangrijk.

1.3.3. Snelheidsveranderingen in de omgeving van Zeebrugge.

1. Snelheidsprofielen.

Bij eb reikt de luwe zone tot 4 km uit de kust (zie bijlage 38) ter plaatse van de raai Blankenberge. Voor Knokke-Heist valt de afremming

van de stroom vóór de kust op te merken (bijlage 40).

Bij vloed is de afremming voor Blankenberge (bijlage 39) groter naarmate de uitbouw groter is en in de luwe zone voor Knokke-Heist (bijlage 41) valt dit eveneens op.

2. Procentuele snelheidsveranderingen. (zie bijlagen 42 t.e.m. 45)

TR8	(1000 m)	EB	Tenzij onmiddellijk nabij de havendammen is de snelheidstoename nergens groter dan 10 %.
		VLOED	De toename groter dan 15 % is beperkt tot op ± 1 km uit de haven. Aan de Wielingen is de toename van de snelheid nergens meer dan 10 %.
TR9	(1250 m)	EB	De invloed van de uitbouw reikt wat verder dan bij TR9. In de Wielingen is de toename beperkt, meestal minder dan 10 %, maar ten zuiden van de Bol van Heist tussen 10 en 15 %.
		VLOED	Aan de zuidrand van de Wielingen is de toename beperkt tot ongeveer 15 % lokaal.
TR10	(1750 m)	EB	Zeewaarts zijn de proefresultaten niet sterk verschillend met de resultaten voor 1250 m en 1500 m.
		VLOED	Gemiddeld ligt de stijging in de Wielingen tussen 15 - 20 %. Een zone met stijging groter dan 20% reikt tot de zuidrand van de Wielingen.
TR13	(2000 m)	EB	Toenamen van 15 à 20 % in de Wielingen .

Nabij de havendammen lokaal stijgingen van 40 %.

VLOED Ten zuiden van de Bol van Heist bedragen de snelheidstoename 20 tot 30 %.
De luwe zone bestrijkt bijna gans de Vlak-
te van de Paardemarkt.

1.3.4. Vaststellingen 2de fase.

- a. De invloed van de kromtestraal van de westelijke dam is niet duidelijk aantoonbaar in de proeven op het overzichtsmodel. Wel treedt steeds neervorming op voor de havenmond.
- b. Bij een uitbouw van 1000 m (TR8) is de snelheidstoename buiten de onmiddellijke omgeving (grootte orde : 1 km) te verwaarlozen. De snelheidsverminderingen langs de kust zijn reeds vrij belangrijk.
- c. Bij een uitbouw van 2000 m (TR13) is de snelheidstoename bij vloed reeds tot 25 à 30 % gestegen in de Wielingen. De luwe zones aan weerszijden van de haven zijn zeer groot (3 km uit de kust).

1.4. Besluiten gevoeligheidsanalyse.

Aan de hand van de procentuele snelheidsveranderingen wordt in onderstaande tabel een overzicht gegeven voor de verschillende uitbouwen.

Aangezien een der voornaamste criteria voor de keuze van een uitbouw de toename van de snelheden ter plaatse van de vaarpassen Wielingen-Scheur is, zijn hiervoor gemiddelde waarden berekend (zie bijlage 46).

Voor de twee zeewaartse rijen van de vakverdeling, met uitzondering

van de vakken boven de Pas van het Zand, en voor de derde rij voor zover gelegen langs de 7,5 m-lijn bezuiden de Wielingen, werd de gemiddelde procentuele toename berekend. De waarden zijn weergegeven in onderstaande tabel en in bijlage 46.

VLOED			EB	
Uitbouw	Totaal gemiddelden	Zuidrand gemiddelden	Totaal gemiddelden	Zuidrand gemiddelden
1000 m TR5	3.6	8.9	2.9	5.1
TR8	3.5	6.5	2.3	2.8
1250 m TR9	6.1	11.2	5.8	7.2
1500 m TR1	6.7	11.6	7.5	8.5
1750 m TR10	9.9	14.3	5.7	5.6
2000 m TR2	11.2	15.7	5.1	7.0
TR13	13.3	19.5	6.8	8.4
2500 m TR3	14.6	24.2	8.0	11.4
3000 m TR4	22.0	28.8	14.5	17.9

Opvallend bij deze tabel is de relatief grotere snelheidstoename tijdens de vloed t.o.v. de eb.

Indien men er van uit gaat dat de snelheidstoename in het ganse gebied ten noorden van de Wielingen tot 10 % moet beperkt blijven, zou een uitbouw van 1750 m de grootste mogelijke zijn (totaal, vloed).

Indien men een beperking tot 10 % in het deel van de Wielingen, ten

rechte van de Bol van Heist ~~b~~eschouwt, is slechts een uitbouw van 1250 m toelaatbaar (vloed, zuidrand).

Indien men in dit gebied 15 % toelaat, vindt men een uitbouw van 1750 m.

De vergadering van 8. 3. 1977 tussen Waterbouwkundig Laboratorium, TVZ2 en Dienst der Kust (toenmalige werkgroep Laboratoria) verklaarde zich akkoord met volgende formulering over wat voorshands hydraulisch als aanvaardbaar kan worden aangenomen :

" De verdere uitbouw van de haven van Zeebrugge mag in de Wielingen slechts snelheidswijzigingen teweegbrengen van gemiddeld 10 % en plaatselijk 15 %, inbegrepen de meetnauwkeurigheden van het model".

De vergadering besloot tevens dat gezien deze werkhypothese 1750 m een bovenste grens is, terwijl 1250 m een onderste grens is (omwille van inwendige infrastructuur). Deze twee uitbouwlengten worden dan ook weerhouden voor de verdere studie van de vormgeving van de nieuwe buitenhaven.

2. VORMGEVINGSSTUDIE VOOR HET TRACE DER HAVENDAMMEN.

2.1. Voorbereidende fase TR18, TR19.

2.1.1. Inleiding.

In de gevoeligheidsanalyse werd, voor zover dit mogelijk was, rekening houdend met de ligging van de Pas van het Zand, praktisch dezelfde vorm van uitbouw genomen voor al de onderzochte toestanden, dit om het aantal parameters zoveel mogelijk te beperken.

In de vormgevingsstudie stelt men zich tot doel een tracé der havendammen te bepalen, ten einde voor een opgelegde uitbouw lengte de hydraulisch meest aanvaardbare vorm te vinden.

Uitbouwen van 1250 m en van 1750 m worden in deze vormgevingsstudie onderzocht.

2.1.2. Voorbereidende fase TR18, TR19.

Aangezien de diepte in de Pas van het Zand en het Scheur (ten westen van het Ribzand) bij de vormgevingsstudie op Z-13 m wordt gedacht, dienen de toestanden TR9 en TR 10 hernomen, met deze geulen op Z - 13 m (bodembreedte 600 m, taluds 1/50). Zodoende kunnen verder de dwarskrachten en procentuele snelheidsveranderingen vergeleken worden met de vorm "gevoeligheidsstudie". In bijlage 47 en 48 is het stroombeeld weergegeven, resp. voor TR18 (uitbouw 1250 m) en TR19 (uitbouw 1750 m). De dwarskrachtenlijnen zijn weergegeven op bijlage 49 voor de ebstroming en op bijlage 50 voor vloed. De verschillen in dwarskracht zijn onbeduidend voor deze verandering van geuldiepte bij uitbouwen van 1250 m en 1750 m, indien men ze vergelijkt met het verschil tussen T21 en T22 (geulen resp. op Z - 12,5 m en Z - 15 m, zonder havenuitbouw).

Indien men de procentuele snelheidsveranderingen voor TR9 en TR18 (bijlagen 43 en 51) vergelijkt, blijken de verschillen slechts enkele procenten te bedragen. Voor TR18 (en ook voor TR19) is de vakindeling aangepast voor de vormgevingsstudie.

Zo ook zijn de verschillen tussen TR10 en TR19 gering (bijlagen 44 en 52). Indien we de "totaal-gemiddelde" en "Zuidrand-gemiddelde" snelheidstoename (zie definitie bijlage 46) beschouwen, vindt men volgende waarden.

Gemiddelde σ Snelheidstoename		VLOED		EB	
		totaal	Zuidrand	totaal	Zuidrand
1250 m	TR 9	6.1	11.2	5.8	7.2
	TR 18	6.7	12.1	4.0	7.2
1750 m	TR 10	9.9	14.3	5.7	5.6
	TR 19	9.9	17.0	6.1	6.7

2.2. 1e fase van de vormgevingsstudie. Varianten A, B2, B3, C1.

2.2.1. Beschrijving (zie bijlagen 53, 54 en 100).

Indien men voor de toestanden TR18 en TR19 de stroombanen in de omgeving van de havenuitbouw beschouwt, kan daaruit een vorm afgeleid worden die zoveel mogelijk met deze stroombanen aansluit, en aanleiding geeft tot een minimum aan neervorming. In die optiek werd variëte A (TR21 voor een uitbouw van 1250 m, TR24 voor een uitbouw van 1750 m) onderzocht.

Variëten B2 en B3 werden onderzocht in de verwachting dat bij deze toestanden de snelheidstoename aan de Zuidrand van de Wielingen en ter hoogte van de Bol van Heist enigszins kleiner zouden uitvallen dan bij de vorige onderzochte toestanden.

Teneinde voor de dwarskrachtenlijn een gunstiger verloop te verkrijgen werd voor variëte C1 de gestroomlijnde vorm A uitgebreid met een overstroombare krib onder laagwater (Z + 0 tot Z-3 m) aan de westelijke dam, evenwijdig met de Pas van het Zand.

De verschillende toestanden voor deze varianten zijn in onderstaande tabel samengevat.

VARIANTE	A	C1	B3	B2
1250 m	TR 21	TR 20	TR 22	TR 23
1750 m	TR 24	TR 25	TR 26	TR 27

2.2.2. Resultaten voor uitbouwlengthe 1250 m, Varianten A, B2, B3, C1.
(TR20, 21, 22 en 23).

2.2.2.1. Stroombeeld (zie bijlage 55 - variante A en 56 - variante B3).

Variante A (TR21; bijlage 55) blijkt een goed gestroomlijnde vorm te bezitten en geeft geen aanleiding tot meervorming vlak voor de havenmond. In het schaduwvlak van de havenuitbouw treedt enige neervorming op, en dit voornamelijk bij vloed voor de kust van Heist.

Bij variante C1 (TR20) wordt bij vloed de stroming afgeremd door de onderwaterdam evenwijdig met de Zandpas. De snelheden onmiddellijk voor de havenmond zijn daardoor inderdaad geringer. Bij eb echter remt deze krib de stroming in belangrijker mate af, zodat de luwe zone ten westen van de uitbouw gevoelig groter wordt.

Bij variante B3 (TR22, zie bijlage 56) is er weinig verschil met variante A wat de eb betreft. Voor de kust van Zeebrugge-Blankenberge echter ontstaat omwille van de strekdam een stroomloos gebied.

In variante B2 (TR23) is bij eb de stroomloze zone ten westen nog groter dan bij B3.

2.2.2.2. Dwarskrachtenlijnen (bijlagen 57 en 58).

Aangezien voor alle varianten de oostelijke dam gemeenschappelijk is, is het verschil in dwarskrachtenlijnen bij eb te verwaarlozen (bijlage 57). Enkel voor variante C1 (TR20) blijkt de vorm van de westelijke havendam (met krib) invloed te hebben op de stroming over de Pas van het Zand.

Bij vloed (bijlage 58) blijkt dat t.o.v. de vorm van de gevoeligheidsanalyse (TR18) de variante A (TR21) en "kleinere" uitbouw is.

De dwarskracht heeft een zeer steile gradiënt.

Bij variante C1 (TR20) wordt de overgang van maximum dwarskracht naar nul gespreid over 1,5 km, evenals bij variante B2 (TR23), bij variante B3 (TR22) over 1 km.

De grootte van de maximum dwarskracht verschilt weinig voor de verschillende vormvarianten.

Bij een uitbouw van 1250 m lijken de vormen B2 en C1 nautisch de meest optimale te zijn.

2.2.2.3. Procentuele snelheidsveranderingen. (zie bijlagen 59, 60, 61 en 62).

Wat de ebstroming betreft, kan men stellen dat de varianten A en B3 (TR21 en TR22) sterk op elkaar gelijken en minder grote snelheidswijzigingen t.o.v. de T0-situatie vertonen dan de varianten C1 en B2 (TR20 en TR23).

Bij de variante C1 treden snelheidsverhogingen van 20 % op ten NW van de overstroombare krib, en de snelheidsdaling ten ZW van de krib is zeer belangrijk (50 % en meer).

Bij variante B2 kan de ebstroming slechts voorbij het uiteinde van de strekdam terug naar de kust afbuigen (de strekdam ligt boven laagwater). Zodoende treedt ook hier een belangrijke snelheidsverhoging van circa 15% op ten noorden van de westelijke dam.

De variante A heeft bij eb de kleinste schaduwzone.

De snelheidsstijging bij de oostelijke havendam bedraagt bij alle varianten 30 tot 40 %.

Voor de vloedstroming geldt dezelfde overeenkomst tussen de varianten A en B3. Aan de aanstroomzijde ligt de snelheid ten NW van de westdam iets hoger voor B3.

De snelheidstoename ten zuiden van de Bol van Heist blijft voor A en B3 beperkt tot 10 à 15%.

Voor de variante C 1 is de stijging op die plaats 15 à 20 %.

De variante B2 (TR23) vertoont een zeer belangrijke snelheidstoename op 1 km van de westdam, terwijl onmiddellijk bij deze dam een snelheidsdaling optreedt. Men merkt stijgingen op van 10 à 15 % aan de zuidrand van de Wielingen.

Indien men de "totaal-gemiddelde" en de "Zuidrand-gemiddelde" snelheidstoename bij vloed (zie definitie bijlage 46) beschouwd, blijken volgens onderstaande tabel de varianten A en B3 gunstiger dan de varianten C1 en B2.

Gemiddelde % snelheidstoename bij vloed			
Toestand	Variante	"totaal"	"Zuidrand"
TR 18	gevoeligheids-analyse	6.7	12.2
TR 21	A	4.3	8.2
TR 20	C 1	8.8	14.8
TR 22	B 3	4.9	11.4
TR 23	B 2	6.1	11.4

2.2.3. Resultaten voor uitbouwlengthe 1750 m, Varianten A, B2, B3, C 1 (TR24, 25, 26 en 27).

2.2.3.1. Stroombeeld (zie bijlage 63 - variante A en bijlage 64 variante B3).

De opmerkingen gemaakt bij de varianten met een uitbouwlengthe van 1250 m zijn hier ook van toepassing.

De oostdam vormt een goede geleiding voor de ebstroom, zodat de maximum snelheden in de Pas van het Zand op 4000 m uit het hooglicht optreden (circa 200 m uit de oostdam).

De westdam-variante A geleidt de vloedstroming goed. In de andere varianten wordt de stroming meer zeewaarts gebracht door de werking van de krib (C 1) of strekdam (B3 en B2).

De zone met gereduceerde vloodsnelheden langs de westdam is ongeveer 400 m breed voor TR26 (B3 - zie bijlage 64) en ongeveer 700 m voor TR27 (B2).

2.2.3.2. Dwarskrachten (zie bijlagen 65 en 66).

Bij eb ligt het maximum der dwarskracht op 4 km uit het hooglicht. Ook voor 1750 m uitbouw wordt de ebstroming ter plaatse van de Zandpas gespreid door de aanwezigheid van de krib aan de westdam bij variante C 1 (TR25).

Bij vloed (bijlage 66) is er weinig verschil in de grootte van de maximum dwarskracht. De gradiënt van de dwarskracht blijkt iets flauwer voor TR25 (C 1) t.o.v. TR26 (B3) en TR27 (B2), terwijl de gradiënt voor TR24 (A) en voor de vorm der gevoeligheidsanalyse TR19 vrij steil is.

2.2.3.3. Snelheidsveranderingen in de omgeving van Zeebrugge. (bijlagen 67, 68, 69 en 70).

Bij eb is er niet veel verschil tussen de percentages voor vakken ten oosten van de Zandpas, aangezien de oostdam voor de vier toestanden identiek is.

Ten rechte van de westdam is de zone met sterke snelheidsverhoging voor TR24 (A) en TR26 (B3) eerder nabij de havendam gelegen. Voor de variante TR27 (B2) reikt deze zone verder in NW-richting. Voor de variante C 1 (TR25) is de luwe zone bij eb belangrijk vergroot : vóór Blankenberge, op 3 km ten westen van de havendam, reikt de zone met aanzienlijke snelheidsdeling tot 3 km in zee.

Bij vloed stelt men voor de vormvarianten met 1750 m uitbouwlengte vast, dat evenals voor 1250 m, de varianten A en B3 minder grote snelheidsverhogingen teweegbrengen in het gebied van de Wielingen, zoals blijkt uit volgende tabel.

Gemiddelde % snelheidstoename bij vloed			
Toestand	Variante	"totaal"	"Zuidrand"
TR 19	gevoeligheids-analyse	9.9	17.0
TR 24	A	10.8	18.0
TR 25	C 1	13.3	22.0
TR 26	B 3	9.1	16.6
TR 27	B 2	13.1	22.2

2.2.4. Vaststellingen 1e fase vormgevingsstudie.

Van de vier vormvarianten blijken de varianten A en B3 het best te voldoen qua beperking van de snelheidsverhoging in de Wielingen. De wellicht nautisch gunstigste variante C 1 is de meest ongunstige qua snelheidsverhoging.

2.3. 2e fase van de vormgevingsstudie. Varianten D, E, F.

2.3.1. Beschrijving (zie bijlagen 71 - 74 en bijlage 100).

1. Uit de 1e fase van de vormgevingsstudie blijken de varianten A en B3 evenwaardig te zijn. In deze laatste variante is de lage strekdam, 1500 m lang met een kruin verlopend tussen (Z + 0 m) en (Z + 3 m) in waterdiepten van 5 à 6 m, een economisch bezwarende factor.

Men kan nu ofwel de mogelijkheid onderzoeken de lage strekdam weg te laten (wat leidt tot variante D0, zie bijlage 71) ofwel deze strekdam vervangen door een krib ter hoogte van Blankenberge.

In eerste instantie werd daarbij gedacht aan een lage krib, 3 km ten westen van de aanzet van de havendam te Zeebrugge. De kruin van deze krib zou op 300 m uit de HW-lijn op (Z + 1 m) liggen en 750 m

verder zeewaarts op ($Z + 0$ m). De combinatie van de variante D0 met deze krib vormt variante D1, zoals weergegeven op bijlage 71 (midden).

2. In de eerste fase van dit onderzoek werd weinig aandacht besteed aan verdere vormgeving van de oostelijke dam.

Aangezien bij de aanvang van de 2e fase van de vormgevingsstudie ongeveer vaststond dat als interim LNG-aanlegsteiger variante 3-oost zou worden weerhouden, stelde zich de vraag in hoeverre de oostelijke dam verder zeewaarts kan worden verplaatst teneinde - zelfs voor 1250 m (zie bijlage 72) nog enige aanlegplaats of dok zeewaarts van de interim LNG-steiger te kunnen inplanten.

Daarom werden de varianten E onderzocht (zie bijlage 71), die enkel wijzigingen zijn aan de oostdam t.o.v. de variante D1.

In de variante E1 bestaat de oostdam als het ware uit de raaklijnen aan het cirkelsegment van de oostdam uit de 1e fase.

De variante E2 omvat een verder zeewaartse verplaatsing van de oostdam.

Bij de varianten E is de oostkustverdediging uitgebouwd met suppletie en twee lange kribben, zoals in bijlage 71 onderaan weergegeven.

(In deze bijlage zijn enkel de toestanden 1750 m weergegeven; voor de uitbouwen 1250 m verschilt enkel de grootte van de uitbouw. Het tracé van de havendammen voor deze varianten is gegeven in bijlagen 72 voor 1250 m uitbouw en 73 voor 1750 m uitbouw).

3. Uit de proevenreeks D0 (TR29 en 31) en D1 (TR30 en 32) bleek spoedig dat de ontworpen krib voor Blankenberge van variante D1 qua stroming niet voldeed (zie verder 2.3.2. en 2.3.3.). Er werd vastgesteld dat zowel voor een uitbouw van 1250 m als voor 1750 m, om de strekdam van variante B3 te vervangen een overstroombare dam van circa 1 km lengte nodig was. - Variante D3 (bijlage 74 bovenaan).

4. Tenslotte werd een laatste vormvariante voor de westdam (1750 m) onderzocht. In de variante D4 (bijlage 74 onderaan) benaderen de twee rechte stukken van de westdam een cirkelboog, concentrisch met de bestaande westelijke havendam.
5. De laatste proeven van deze tweede fase betreffen de variante F, waarbij de vaargeul onmiddellijk voor de havenmond aangepast is. (zie verder 2.3.7., en bijlage 89).

OVERZICHT TOESTANDEN VORMGEVINGSSTUDIE 2e FASE		
Variante	uitbouw 1250 m	uitbouw 1750 m
D0	TR29	TR31
D1	TR30	TR32
E1	TR35	TR33
E2	TR36	TR34
D3	-	TR37
D4	-	TR38
F	-	TR44

zie ook bijlage 100.

2.3.2. Resultaten varianten D0 - D1. Uitbouwlengte 1250 m (TR 29-30)
VLOED.

Tussen deze twee varianten is het verschil in stroombanen niet merkbaar (bijlage 75).

Ten opzichte van de variante B3 is voor D0 de snelheid wat hoger ten ~~zichte~~ van de Westdam (bijlagen 61 en 76). Zuidelijk van de Bol van Heist is er weinig verschil tussen B3 en D0.

Tussen D0 en D1 is het verschil eerder gering, alhoewel voor D1 de snelheden ten zuiden van Bol van Heist en ten NW van de Westdam hoger liggen.

In dwarskrachtenlijnen (zie bijlage 77) is er geen sterk uitgesproken verschil tussen D0 en D1. De maxima zijn bijna gelijk en verschillen qua ligging ook niet veel (gelegen tussen maxima van B3 en A). De gradient van de D0-variante is de gunstigste van beiden en is ongeveer gelijk aan deze van B3.

2.3.3. Resultaten varianten D0 - D1. Uitbouwlengte 1750 m (TR31-32)
VLOED.

Het verschil in stroombeeld (bijlage 78) voor deze twee varianten is niet merkbaar. De NWhoek van de uitbouw lijkt sterk aangestroomd.

De snelheidstoename in de Wielingen ten zuiden van de Bol van Heist en ten NW van de Westdam is belangrijker voor variante D1. (bijlage 79)

Tussen D1 (TR 32) en B3 (TR 26) is het verschil in snelheidsveranderingen opbeduidend (bijlagen 79 en 69).

De dwarskrachten (bijlage 82) voor D0, D1 en B3 vloed zijn zeer gelijkend.

2.3.4. Resultaten varianten D3 - D4. Uitbouwlengte 1750 m (TR 37, 38)
VLOED.

In de variante D3 (TR 37) is de krib boven HW te Blankenberge 1100 m lang, zodat de stroomdraad die langs de top van de krib afbuigt, nog juist de

havenuitbouw raakt. Er ontstaat (bijlage 80) een grote neerzone tussen deze krib en de westelijke havendam, waar de snelheid tot 1 à 2 dm/sec wordt herleid.

In het gebied Wielingen-Scheur is er geen verschil met de D0-variante (bijlagen 79 en 81).

De snelheidstoename voor variante D4 (TR 38) zijn sterk gelijkend op die voor variante D1 (TR 32).

De dwarskrachten van B3, D0, D1 en D4 zijn sterk gelijkend, D3 uitgezonderd. (bijlage 82).

2.3.5. Resultaten varianten E1 - E2. Uitbouwlengte 1250 m (TR 35-36)
EB.

Aangezien de oostkustverbetering (suppletie - 2 kribben) bij deze varianten is voorzien, gaat een vergelijking met de ebstroming voor de variante uit de 1ste fase niet volledig op.

In beide varianten E wordt de stroming voor de havenmond goed geleid (bijlage 83). Het debiet, dat door de Appelszak stroomt, wordt door de oostkustverdediging beperkt, zodat de sterk zeewaarts afbuigende stroming t. p. v. de Oostdam beperkt blijft. De snelheidstoename ter plaatse van de Oostdam zijn dan ook niet groter dan voor de varianten van de 1ste fase (zie bijlagen 61 en 84).

Voor de dwarskracht (bijlage 85) valt op dat het maximum, dat duidelijk zichtbaar is bij TR22 (variante B3, zonder oostkust), bij de varianten E1 en E2 volledig is afgeplat.

2.3.6. Resultaten varianten E1 - E2. Uitbouwlengte 1750 m (TR 33, TR 34)
EB.

Het stroombeeld (bijlage 86) toont aan dat de stroming de oostdammen vrij goed volgt ; de hoek tussen stroming en Pas van het Zand is minder scherp bij E2. De NO-hoek van de E2 variante wordt sterk aangestroomd.

Globaal genomen wordt de ebstroming in de E2-variante sterker zeewaarts afgebogen, wat te merken is in de procentuele snelheidsveranderingen (bijlage 87).

Zeewaarts van de oostdam is de snelheidstoename ietwat groter voor E2 en de luwe zone ten westen is ook groter.

Voor de dwarskrachten (bijlage 88) geldt dezelfde opmerking als bij de E-1250 m varianten.

2.3.7. Resultaten variante F. Uitbouwlengte 1750 m (TR 44) (bijlage 89)

Ten einde het in- en uitvaren van de haven mogelijk te vergemakkelijken, werd vóór de havenmond de vaargeul van de Pas van het Zand verbreed en een soort buitenrede aangelegd. In deze variante F is de havenmond ook iets breder genomen dan voor de varianten D0 en E2, waarvan respectievelijk de westdam en de oostdam werden overgenomen. Bij TR 44 werden tevens twee kribben en zandsuppletie aan de Oostkust ingebouwd (zoals voor varianten E, zie bijlage 71).

De dwarskrachten bij eb (bijlage 90) en bij vloed (bijlage 91) verschillen weinig van de dwarskrachten voor de toestanden E2 (eb) en D0 (vloed) waaruit de variante F is samengesteld.

2.4. Besluiten en vaststellingen vormgevingsstudie.

1. Uit de studie van de varianten A, B2, B3 en C1 werd variante B3 voor verdere studie weerhouden. De varianten D1, D3 en D4 - vertrekkend van variante D0 die een vereenvoudigde vorm van B3 is - omvatten kunstwerken voor de kust van Zeebrugge en Blankenberge.

Indien men als criterium de gemiddelde snelheidstoename bij vloed in het Scheur-Wielingengebied, zoals vroeger gesteld, aanhoudt (zie bijlage 46) blijkt voor de westdam (zie bijlage 92) :

- voor een uitbouwlengte van 1250 m zijn vormen A en D0 hydraulisch de meest gunstige;

- voor een uitbouwlength van 1750 m zijn de vormen D0, D3 en F best gerangschikt, rekening houdend zowel met de "totale zone" als met de "zuidrand".

Zodoende mag men stellen dat blijkens de proeven de D0-vorm in afwachting van verder onderzoek kan weerhouden worden als vormgeving van de westelijke havendam.

2. Voor de Oostdam was het verschil tussen E1 en E2-vorm niet belangrijk. Zodoende kan de E2-vorm, die het grootste havenareaal bevat, weerhouden worden.
3. Brengt men verder nog in rekening de verbreding van de Pas van het Zand vlak voor de havenmond, komt men tot de situatie van TR 44, variante F genaamd, weergegeven in bijlage 89 voor 1750 m uitbouwlength. Een gelijkaardig ontwerp kan ook getekend worden voor een uitbouwlength van 1250 m (zie 2.5.1, situatie TR 47 voor het nautisch onderzoek, bijlage 93).
4. Er dient verder opgemerkt dat de snelheidswijzigingen niet veel van elkaar verschillen naargelang de vormgeving iets of wat gewijzigd wordt. T. o. v. de nauwkeurigheidsgrenzen van het model en t. o. v. de snelheidswijzigingen bepaald door de grootte van de uitbouw zijn kleine vormverschillen moeilijk te onderscheiden op het overzichtsmodel. Voor verder vormgevingsonderzoek lijkt de studie op een detailmodel aangegeven.

2.5. Gegevens voor het nautisch onderzoek.

2.5.1. Nautisch onderzoek ten behoeve van gevoeligheidsstudie en vormgevingsstudie.

Op het permanentiemodel werd ten behoeve van het N. S. P. (Nederlands Scheepkundig Proefstation te Wageningen) met betrekking tot het aldaar voorziene nautisch onderzoek mede i. v. m. gevoeligheids- en vormgevings-

studie voor de hiernavolgende toestanden (zie schematisch overzicht in bijlage 93) het snelheidsverloop in de Pas van het Zand (Z - 13 m) ingemeten.

De snelheidsgegevens werden onder vorm van een tabel (afstand tot Hooglicht, afstand tot Lichtenlijn, grootte en richting van de snelheid) aan de opdrachtgever overgemaakt. Ter illustratie zijn in bijlagen 94 en 95 de dwarskrachtenlijnen voor eb-en vloed weergegeven voor volgende 5 situaties.

1. TR 44 (bijlage 89) variante F (D0-E2-F) bij 1750 m uitbouw lengte, inclusief oostkustverdediging bestaande uit zandsuppletie en uitbouw van 2 kribben t. p. v. bestaande krib 2 en 17 .
2. TR 45 (bijlage 89) variante F (D0-E2-F) bij 1750 m uitbouw lengte, zonder oostkustverdediging.
3. TR 46 variante F (D0-E2-F) bij 1500 m uitbouw lengte, met oostkustverdediging (ref. Haecon-Zeebrugge plan I. 41-19-2).
4. TR 47 variante F (D0-E2-F) bij 1250 m uitbouw lengte, met oostkustverdediging (ref. Haecon-Zeebrugge plan I. 41-19-1).
5. TR 48 variante C1-E2 bij uitbouw lengte 1750 m (Westdam en geul zoals variante C1 (TR 25) en Oostdam als variante E2) met oostkust. Voor vloed wordt de dwarskrachtenlijn van TR 25 gegeven.

2.5.2. Interim L. N. G. -Terminal (variante "3-oost").

Aansluitend op 2.5.1. werden ook de nodige hydraulische gegevens ten behoeve van het nautisch onderzoek in het N. S. P. op het model ingemeten voor de toestanden waarbij de interim L. N. G. -haven juist in bedrijf wordt gesteld. Hiertoe werden voor drie situaties, schematisch weergegeven in bijlage 96, het snelheidsprofiel langs de Zandpas (Z - 13 m) onderzocht :

6. TR 28 interim L. N. G. -Terminal met oostkustverdediging, zonder verdere uitbouw van de havendammen (ref. Haecon-Zeebrugge I. 41-19-6).

7. TR 49 interim L. N. G. -Terminal met oostkustverdediging ; westelijke havendam 1 km ver gevorderd (ref. Haecon-Zeebrugge I.41-19-7)
8. TR 50 interim L. N. G. -Terminal met oostkustverdediging ; westelijke havendam 2300 m ver uitgebouwd en oostelijke havendam 700 m verder dan het L. N. G. -Complex (ref. Haecon-Zeebrugge I.41-19-6).

De snelheidsgegevens werden onder dezelfde vorm aan de opdrachtgever overgemaakt als voor 2.5.1.

In bijlage 97 is het stroombeeld voor TR 28 weergegeven. Bij eb ontstaat een grote neer voor de havenmond, terwijl de NO-hoek van de uitbouw sterk wordt aangestroomd. Bij vloed blijkt de stroming de haven niet binnen te draaien.

De dwarskrachtenlijnen voor eb en vloed zijn voor deze drie situaties weergegeven in bijlagen 98 en 99.

BESLUIT.

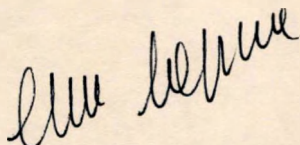
In het eerste deel van deze studie werd het hydraulisch gedrag in de omgeving van Zeebrugge onderzocht voor zeewaartse havenuitbreidingen met toenemende uitbouw lengten. Uit de modelproeven blijkt dat bij een uitbouw van 1750 m de snelheidstoename in het Scheur-Wielingengebied gemiddeld 10 % bedraagt, in de Wielingen zelf gemiddeld 15 %, snelheidstoename welke als maximaal aanvaardbaar kunnen gesteld worden.

Voor het daarop volgend vormgevingsonderzoek werd een uitbouw lengte van 1750 m als bovenste grens aangehouden, als onderste grens werd een uitbouw lengte van 1250 m aangenomen.

Uit het vormgevingsonderzoek werd de vorm volgens variante F (bijlage 89) weerhouden als meest optimaal tracé voor eventueel verdere studie op een meer gedetailleerd hydraulisch model.

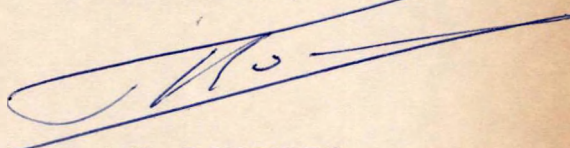
Borgerhout, juli 1977.

De Ingenieur van Bruggen en Wegen,
belast met de studie,



ir. E. LAFORCE.

De Hoofdingenieur-Directeur van
Bruggen en Wegen,
Directeur van het Waterbouwkundig
Laboratorium,



ir. P. ROOVERS.

A black and white photograph of a large, vertical, cylindrical industrial component, possibly a turbine or pump, mounted on a structure. The component has a flange near the top and is surrounded by various pipes and mechanical parts. A label "FOTO 1" is visible in the upper right corner. The background shows a complex arrangement of pipes and structural elements.

A black and white photograph showing a large crowd of people gathered on a beach or open area. On the left side, there is a large structure, possibly a tent or a stage, with a sign that reads "ADTA O". In the foreground, there is a sign that reads "NOLLE PLAAT". The crowd is dense and extends towards the background.

[illegible][illegible]

FOTO 2



MOD 265
VAK 3 TR/
FOTO 1/EB
DAT 9-3-77

0 1000m
0 1 m/s natuur

FOTO 3

MOD 265
VAL 3 TR
FOTO 4 V

1000m
1m/s natuur



editie

WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM

BERCHEMLEI 115
2200 BORGERHOUT
BELGIE
TELEFOON 031/36.18.50.

113

waterstaat

getijdewateren

neek

910

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM

borgerhout

model van de kust
en het scheldeëstuarium

**HYDRAULISCH ONDERZOEK
UITBOUW VOORHAVEN
ZEEBRUGGE**

DEEL 2
tekst

1977

MOD. 265 -7

M

69420

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
borgerhout antwerpen



ministerie van openbare werken
bruggen en wegen
bestuur der waterwegen

rijkswaterstaat
dienst getijdewateren
bibliotheek
grenadiersweg 31 -
4338 PG middelburg

VLIZ (vzw)
VLAAMS INSTITUUT VOOR DE ZEE
FLANDERS MARINE INSTITUTE
Oostende - Belgium

MOD. 265 - 7
MODEL VAN DE KUST EN HET
SCHELDEESTUARIUM

HYDRAULISCH ONDERZOEK
UITBOUW VOORHAVEN ZEEBRUGGE
DEEL 2

(tekst)

INHOUD

rijkswaterstaat
dienst getijdewateren
bibliotheek
grenadiersweg 31 -
4338 PG middelburg

- 3. Aanvullende en vergelijkende studie van de havenuitbouwen
1500 GVS - 1750 GVS - 1750 F en 1750 G.
 - 3.1. Inleiding.
 - 3.2. Vergelijking tussen 1500 GVS en 1750 F.
 - 3.2.1. Stroombanen.
 - 3.2.2. Snelheidsprofielen.
 - 3.2.3. Dwarskrachtenlijnen langs de Pas van
het Zand.
 - 3.2.4. Procentuele snelheidsverandering t.o.v.
T0.
 - 3.2.5. Samenvatting.
 - 3.3. Vergelijking 1750 GVS - 1750 G.
 - 3.3.1. Variante 1750 G (TR51 en 52).
 - 3.3.2. Stroombanen.
 - 3.3.3. Snelheidsprofielen.
 - 3.3.4. Dwarskrachtenlijnen.
 - 3.3.5. Procentuele snelheidsverandering t.o.v.
T0.
 - 3.3.6. Samenvatting.
 - 3.4. Besluit.

4. Hydraulisch onderzoek in verband met verdedigingwerken
voor de Oostkust.

4.1. Inleiding.

4.2. Invloed van de uitbouwgrootte op de stroming voor
de Oostkust.

4.2.1. Snelheidsverandering bij eb.

4.2.2. Snelheidsverandering bij vloed.

4.2.3. Samenvatting.

4.3. Kustverdediging met behulp van lage kribben bij de
voorhavenuitbouw 1500 m GVS.

4.3.1. Invloed op de ebstroming.

4.3.2. Invloed op de vloedstroming.

4.3.3. Samenvatting.

4.4. Kustverdediging met behulp van lage kribben en/of
zandsuppletie bij een voorhavenuitbouw 1500 m GVS.

4.4.1. Kustverdediging met enkel zandsuppletie.

4.4.2. Kustverdediging met kribben en suppletie.

4.4.3. Samenvatting.

4.5. Verdediging van de Oostkust bij uitbouw 1750 F.

4.5.1. Snelheidsverandering t.o.v. T0 bij eb.

4.5.2. Snelheidsverandering t.o.v. T0 bij vloed.

4.5.3. Samenvatting.

4.6. Besluit.

5. Hydraulisch onderzoek i.v.m. bouwfasen.

5.1. Inleiding.

5.2. Oostkuststudie : uitbouwfasen TR17, 28, 39 en 40.

5.2.1. Uitbouwfase TR17.

5.2.2. Uitbouwfase TR28.

5.2.3. Uitbouwfase TR39.

5.2.4. Uitbouwfase TR40.

5.2.5. Samenvatting.

5.3. Interim LNG-haven.

5.3.1. Stroombeeld bij eb.

5.3.2. Stroombeeld bij vloed.

5.3.3. Snelheidsprofielen.

5.3.4. Procentuele snelheidsverandering t.o.v. T0.

5.3.5. Samenvatting.

5.4. Bouwfasetoestanden nieuwe voorhaven.

5.4.1. Bouwfase TR49.

5.4.2. Bouwfase TR50.

5.4.3. Bouwfase TR40.

5.4.4. Bouwfase TR39.

5.4.5. Samenvatting.

5.5. Besluit.

6. Algemene besluiten van het onderzoek uitgevoerd op het fysisch permanentiemodel van de Kust.

INLEIDING.

Onderhavig volume vormt het tweede deel *) van het verslag der modelproeven uitgevoerd op het permanentiemodel van de Kust en het Scheldeëstuarium voor rekening van de Tijdelijke Vereniging "ZEEBOUW-ZEEZAND" i.v.m. de uitbouw van de voorhaven van Zeebrugge.

In het eerste deel van dit verslag werden de resultaten van de gevoeligheidsstudie (hoofdstuk 1) en van de vormgevingsstudie (hoofdstuk 2) besproken.

Dit tweede deel bevat een aanvulling bij deze gevoeligheidsstudie en vormgevingsstudie (hoofdstuk 3) in verband met de variante 1750 G.

Verder worden de resultaten van de modelproeven met betrekking tot de oostkust weergegeven in hoofdstuk 4, terwijl de proeven in verband met enkele uitbouwfasen waaronder de interim LNG-haven worden besproken in hoofdstuk 5.

*) De nummering der bijlagen en de indeling in hoofdstukken sluit aan bij het eerste deel.

3. AANVULLENDE EN VERGELIJKENDE STUDIE VAN DE HAVEN-
UITBOUWEN 1500 GVS *) - 1750 GVS - 1750 F EN 1750 G.

3.1. Inleiding. (zie bijlagen 101 en 104)

In de 1e fase van de studie, nl. in de gevoeligheidsstudie (hoofdstuk 1) werd onderzocht voor welke grootte van uitbouw met de vorm GVS (zie bijlage 101) de snelheidstoename bij vloed gemiddeld in het globale gebied van Scheur-Wielingen tot 10 % beperkt blijft (zie zone "totaal", bijlage 104) terwijl gemiddeld 15 % snelheidstoename lokaal in de Wielingen, ten zuiden van de Bol van Heist (zie zone "zuidrand", bijlage 104) niet wordt bereikt. Op basis van deze aanname volgde uit het modelonderzoek dat 1750 GVS (TR10, zie bijlage 101) als de maximale uitbouwgroote te aanzien is.

In de 2e fase van de studie werd de vorm in planzicht van de haven-dammen in model onderzocht. Deze vormgevingsstudie heeft geleid tot de vorm volgens variante F.

Combinatie van de uitbouw volgens de variante F met de grootte van de uitbouw 1750 GVS leidt tot de vorm 1750 G (bijlage 101). De westdam van deze uitbouw is ongeveer 200 m verder zeewaarts gelegen dan voor de uitbouw 1750 F (TR44).

De uitbouw 1750 G is zoals 1750 F voorzien van een brede zwaai-kom voor de havenmond op Z - 13 m, terwijl de oostkust verdedigd is m.b.v. zandsuppletie en twee onderwater kribben.

*) GVS staat voor vorm Gevoeligheidsstudie (zie hoofdstuk 1).

De uitbouw 1750 G werd onderzocht en er werd getracht een antwoord te geven op de volgende vragen :

- 1) Is de stromingstoestand voor de havenmond met de vorm zoals in de gevoeligheidsstudie en een uitbouw lengte van 1500 m (1500 GVS of TR1) vergelijkbaar qua stroming met 1750 F (TR44) ?
- 2) Is er eveneens zulke overeenkomst tussen de uitbouwen 1750 GVS (TR10) en 1750 G ?
- 3) Voldoet de uitbouw 1750 G aan het hoger gestelde criterium qua snelheidstoename ?

Opmerking.

- Voor de vormen GVS was de vaargeul 400 m breed en tot op Z - 15 m uitgediept hetgeen qua stroming in de omgeving van de Pas van het Zand niet veel verschil uitmaakt t.o.v. een geulbreedte van 600 m en geuldiepte Z - 13 m, zoals aangetoond in Deel 1, paragraaf 2.1.
- Bij de situaties GVS ontbreekt de oostkustverdediging.
- De uitbouw volgens variante 1750 G werd tweemaal beproefd (TR51 en TR52). Dit geeft een idee van de spreiding van de modelresultaten van beide proeven, wat nuttig is bij de interpretatie van de waargenomen verschillen tussen de te vergelijken toestanden 1750 GVS en 1750 G.

3.2. Vergelijking tussen 1500 GVS (TR1) en 1750 F (TR44).

3.2.1. Stroombanen. (zie bijlagen 102 en 103)

De oostelijke havendam bij 1750 F is beduidend groter dan voor

1500 GVS. Zodoende ontstaat een aanzienlijk verschil in de stroming bij eb, zodat ter plaatse van de toegangsgeul de meest landwaartse stroombaan voor 1750 F circa 400 m verder zeewaarts ligt dan bij 1500 GVS (zie bijlage 102).

Bij vloed is in het algemeen beschouwd het verschil in stroombanen te verwaarlozen, aangezien de oriëntatie van de westdam van variante F aan de hand van het stroombeeld voor variante 1500 GVS is bepaald (bijlage 103).

3.2.2. Snelheidsprofielen. (zie bijlagen 104 tot 112)

Op bijlage 104 zijn de raaïen getekend waarlangs het verloop van de snelheid is weergegeven in de bijlagen 105 - 110. In bijlagen 111 en 112 is het verloop van de procentuele snelheidsverandering t.o.v. T0 weergegeven.

In de raai Blankenberge is bij eb (bijlage 105) het verloop van TR1 niet erg regelmatig. Landwaarts km 5 is 1500 GVS 15 cm/s kleiner dan T0, terwijl 1750 F daarvan weinig afwijkt.

Bij vloed is 1750 F nabij km 7 circa 15 cm/s kleiner dan 1500 GVS en T0. Landwaarts km 5 wijken beide toestanden in gelijke mate af van T0.

Langs de Pas van het Zand spelen verdieping van de vaargeul, vorm van de zwaai kom en vorm van de oostdam een rol in het verloop van de snelheid bij eb. Zodoende zijn de snelheidsprofielen voor 1500 GVS en 1750 F sterk verschillend : de maximum snelheid bij 1750 F ligt circa 400 m verder zeewaarts dan bij 1500 GVS (bijlage 107). Bij vloed (bijlage 108) wijken de snelheidsprofielen weinig van elkaar af.

Voor Knokke-Heist (bijlagen 109 en 110) is zowel bij eb als bij vloed zo goed als geen verschil tussen beide profielen waar te nemen.

3.2.3. Dwarskrachtenlijnen langs de Pas van het Zand.

Bij eb (bijlage 113) zijn de dwarskrachtenlijnen totaal verschillend, zoals ook voor de snelheidsprofielen geldt. Bij vloed (bijlage 114) vallen de dwarskrachtenlijnen praktisch samen.

3.2.4. Procentuele snelheidsverandering t.o.v. T0. (115, 116)

In de bijlagen 115 en 116 is het procentueel verschil in snelheid t.o.v. de T0-situatie weergegeven. Sommige cijfers zijn met een asterisk gemerkt. Dit beduidt dat voor de betreffende toestand en het betreffende vakje het verschil in snelheid t.o.v. de T0-situatie niet significant is. Dit wil zeggen dat op basis van de statistische spreiding, de waarden van de vakgemiddelden en het aantal vlotTERS niet kan besloten worden dat de twee vakgemiddelde snelheden tot verschillende populaties behoren.

Zodoende wijst een asterisk erop dat :

- het verschil in snelheid inderdaad miniem is ;
- of de spreiding in het vak vrij groot is en dus geen zinvolle betekenis aan het verschil in snelheid kan gegeven ;
- of er te weinig vlotTERS aanwezig zijn.

Voor de vergelijking van 1500 GVS en 1750 F beschouwt men de cijfers op de bovenste lijn van elk vakje.

Bij eb (bijlage 115) merkt men aan de lagere snelheden nabij de oostkust dat voor 1750 F de oostkustverdediging is uitgebouwd. Nabij de havenmond verschilt de stroming omwille van de voor 1500 GVS kleinere oostdam. Dit blijkt ook uit de procentuele snelheidsverandering langs de Zandpas, getekend in bijlage 111.

De snelheidsverandering bij eb, gemiddeld in de "totale zone" van

Scheur-Wielingen (zie definitie bijlage 104) bedraagt 7.4 % voor 1500 GVS en 9.5 % voor 1750 F. Plaatselijk, langs de "zuidrand" van de Wielingen, t.p.v. de Bol van Heist, bedraagt de toename respectievelijk 10.8 en 12.5 %. Op de raai Knokke-Heist (bijlage 111) blijven de snelheidsverschillen t.o.v. T0 ten noorden van km 5 (zuidrand Wielingen) kleiner dan 10 %.

Bij vloed (bijlage 116) zijn de verschillen eveneens tot enkele procenten beperkt. In de "totale zone" is de toename gemiddeld 7 % voor 1500 GVS en 9 % voor 1750 F, terwijl in de zone "zuidrand" de toenames respectievelijk 11.5 % en 13 % bedragen. Op de raai Knokke-Heist blijven de procentuele toenames ten noorden van de zuidrand van de Wielingen tot 10 % beperkt (bijlage 112).

3.2.5. Samenvatting.

Voor de vloedstroming mogen de uitbouwen 1500 GVS en 1750 F in het algemeen beschouwd hydraulisch gelijkwaardig genoemd worden. Bij eb verplaatst de stroming zich meer zeewaarts voor 1750 F omwille van de verdere uitbouw van de oostdam.

De gemiddelde procentuele snelheidsveranderingen t.o.v. T0 zijn zowel bij eb als bij vloed, lokaal langs de zuidrand van de Wielingen gemiddeld kleiner dan 15 %, en in het globale Scheur-Wielingengebied gemiddeld kleiner dan 10 %. Er wordt dus voldaan aan de criteria gesteld onder 3.1.

TR1 / TR10

3.3. Vergelijking 1750 GVS (TR10) - 1750 G (TR51/52).

3.3.1. Variante 1750 G (TR51 en TR52).

Deze variante werd tweemaal onderzocht. De onderlinge verschillen

kunnen afgelezen worden op bijlagen 111 en 112. Er zijn verschillen van circa 10 % bij eb in de raai Knokke-Heist (km 2 tot 3) en bij vloed in de raai Blankenberge (km 7) en de raai Knokke-Heist (km 5 tot 7).

De procentuele snelheidsveranderingen t.o.v. T0 zijn als volgt :

		<u>totale zone</u>	<u>zone zuidrand</u>
TR51	eb	5.4 %	5.5 %
TR52	eb	6 %	6.8 %
TR51	vloed	9.1 %	14.8 %
TR52	vloed	8.6 %	13 %

Plaatselijke verschillen ter zijde gelaten kan men zeggen dat de herhaalbaarheid van de uitslagen zeer bevredigend is.

3.3.2. Stroombanen (1750 GVS - 1750 G). (zie bijlagen 117 en 118)

Variante 1750 G is ontworpen aan de hand van de stroombanen bij vloed voor 1750 GVS. Zodoende is het verschil in stroombanen (bijlage 118) bij vloed in het algemeen beschouwd miniem. Bij eb is er enig verschil in stroombeeld vóór de havenmond, te wijten aan de oostkustverdediging en de hoekige vorm van de oostdam.

3.3.3. Snelheidsprofielen. (zie bijlagen 105 tot 112)

In de raai Blankenberge (bijlagen 105 en 106) is het verschil tussen 1750 GVS en 1750 G te verwaarlozen. Langs de Pas van het Zand is de snelheid bij eb respectievelijk groter (km 6) en kleiner (km 7.5) voor 1750 GVS. Bij vloed is er slechts weinig verschil, alhoewel de snelheid bij 1750 GVS iets groter is (zie ook bijlage 112). Langs de raai Knokke-Heist is het verschil bij eb te verwaarlozen.

Bij vloed is het snelheidsprofiel voor TR10 gelegen halverwege de profielen van TR51 en TR52, in de zone waar deze twee proefresultaten voor 1750 G van elkaar afwijken. In de bewuste zone is de snelheidstoename voor 1750 G gemiddeld beperkt tot 10 % t.o.v. T0 (zie bijlage 112).

Gezien de spreiding in de modelresultaten voor 1750 G kan men stellen dat ook langs de raai Knokke-Heist bij vloed de toestanden 1750 GVS en 1750 G niet tot wezenlijk verschillende snelheidsverlopen aanleiding geven.

3.3.4. Dwarskrachtenlijnen. (zie bijlagen 113 en 114)

Bij eb is er weinig verschil tussen de lijnen voor 1750 GVS en 1750 G, bij vloed is voor 1750 GVS het maximum enkele procenten hoger.

3.3.5. Procentuele snelheidsverandering t.o.v. T0. (zie bijlagen 115 en 116)

Bij eb bedraagt de gemiddelde snelheidstoename voor 1750 GVS in het Scheur-Wielingengebied (totale zone) 5.9 % en in de "zuidrand" zone 7.8 %, hetgeen praktisch gesproken overeenkomt met deze van 1750 G (zie 3.3.1.).

Bij vloed is de gemiddelde toename voor 1750 GVS respectievelijk 10 % en 14 % in de "totale" en "zuidrand" zone, wat ook praktisch gesproken overeenkomt met deze van 1750 G.

3.3.6. Samenvatting.

De globale vergelijking van variante 1750 G (toestanden TR51 en 52) met 1750 GVS (TR10) toont zowel voor vloed als voor eb geen duidelijk verschil aan.

De gemiddelde procentuele snelheidsveranderingen t.o.v. T0 zijn zowel bij eb als bij vloed, lokaal langs de zuidrand van de Wielingen, gemiddeld kleiner dan 15 % en in het globale Scheur-Wielingengebied gemiddeld kleiner dan 10 %. Er wordt dus voldaan aan de criteria gesteld onder 3.1.

3.4. Besluit.

- 1) De varianten 1500 GVS en 1750 F zijn gelijkwaardig bij vloed.
Bij eb verplaatst de stroming zich verder zeewaarts voor 1750 F aangezien de oostdam voor deze variante groter is.
- 2) Hetzelfde als hierboven kan gezegd worden bij onderlinge vergelijking van 1750 GVS en 1750 G.
- 3) In de globale Scheur-Wielingenzone (definitie bijlage 104) en de plaatselijke zone "zuidrand" zijn de procentuele toenames t.o.v. T0 bij vloed als volgt :

	totale zone	zuidrand zone
1500 GVS	7 %	11.5 %
1750 F	9 %	13 %
1750 GVS	10 %	14 %
1750 G (TR51)	9.1 %	14.8 %
1750 G (TR52)	8.6 %	13 %

Alle onderzochte varianten blijken dus te voldoen aan de gestelde criteria :

- A) in het globale Scheur-Wielingengebied is de snelheidstoename niet hoger dan 10 % ;
- B) plaatselijk in de Wielingen, ter hoogte van de Bol van Heist blijft de snelheidstoename gemiddeld beperkt tot 15 % .

4. HYDRAULISCH ONDERZOEK IN VERBAND MET VERDEDIGINGS- WERKEN VOOR DE OOSTKUST.

4.1. Inleiding.

In de verslagen MOD.265-4, 265-5 en 265-6 werd herhaaldelijk de aandacht getrokken op de ongunstige rol van de Appelzakgeul op het behoud van het strand tussen Zeebrugge en het Zwin. In het verslag 265-5 "Uitbouw van één of meerdere kribben in de Appelzak" werd onderzocht welke de invloed is van het dumpen van specie in de Appelzak, specie afkomstig van baggerwerken in het Scheur, Pas van het Zand en de voorhaven van Zeebrugge. Aangezien uit deze studie bleek dat circa een half miljoen kubieke meter specie 2e soort (densiteit $1,6 \text{ ton/m}^3$) per maand weerom uit de Appelzak verdween, werd in het model de invloed onderzocht van lage onderwaterdammen op de tijdstromingen in de Appelzak. De onderzochte dammen (zie bijlage 119) sluiten aan tegen een bestaande strandkrib en reiken over de Appelzakgeul tot op de vlakte van de Paardemarkt, waar ze met de bodem aansluiten. Zij zijn alzo 1 km lang, met de kruin op (Z + 1m) gelegen ter plaatse van de kop van de bestaande strandkrib, dus aan het worteleinde, en verlopend naar (Z - 4m) aan het uiteinde van de dam.

In het modelonderzoek (265-5) werden verschillende combinaties onderzocht van 1, 2 of 3 lage dammen die steeds dezelfde vorm hadden en een vaste ligging respectievelijk ter hoogte van de bestaande strandkribben nrs. 2, 9 en 17. In wat volgt zullen deze lage dammen kortweg "kribben" genoemd worden.

In de hier gerapporteerde studie wordt de invloed van diezelfde kribben op de stroming onderzocht voor de eindsituaties, waarbij

de voorhaven van Zeebrugge uitgebouwd is (zie bijlage 132 voor het overzicht der situaties).

Tevens werd de kustverdediging uitgebreid met een zandsuppletie waardoor o.a. de Appelzakgeul tegen het strand aan wordt opgevuld (zie bijlage 119).

De invloed van de uitbouwgrootte van de voorhaven van Zeebrugge op de stroming voor de oostkust wordt eerst besproken (§ 4.2). Vervolgens wordt bij de uitbouw TR1 (1500 m Gevoeligheidsstudie) de invloed van enkel kribben (§ 4.3) en kribben plus zandsuppletie (§ 4.4) onderzocht. Tenslotte worden de proefresultaten voor de oostkust besproken bij een uitbouw van 1750 m volgens variante F (§ 4.5). In onderstaande tabel zijn de toestanden voor de oostkuststudie weergegeven (zie ook bijlage 132). De situaties met een tussentijds karakter worden besproken in hoofdstuk 5.

LIJST DER TOESTANDEN OOSTKUSTSTUDIE.

GVS = Vorm Gevoeligheidsstudie.

Toestand nr.	Havendammen		Bodem Pas van het Zand	Kribben			Zand- sup- pletie
	Uitbouw- grootte	Vorm volgens		III (2)	II (9)	I (17)	
4.2	T0	0	Z-9 m				
	TR18	1250 m	Z-13m				
	TR1	1500 m	Z-15m				
	TR19	1750 m	Z-13m				
4.3	TR15	1500 m	Z-15m			ja	
	TR14	1500 m	Z-15m		ja	ja	
	TR16	1500 m	Z-15m	ja		ja	
	TR6	1500 m	Z-15m	ja	ja	ja	
4.4	TR11	1500 m	Z-15m				ja
	TR12	1500 m	Z-15m			ja	ja
	TR7	1500 m	Z-15m	ja	ja	ja	ja
4.5	TR41	1750 m	Z-13m	ja		ja	ja
	TR42	1750 m	Z-13m	ja	ja	ja	ja
	TR44	1750 m	Z-13m	ja		ja	ja

Opmerking : Voor al deze toestanden is de geuldiepte in de Scheurpas, ten westen van de Scheur-Z.boei dezelfde als voor de Zandpas. Ten oosten van de Scheur-Z.boei bedraagt de diepte van het Scheur 12,5 m.

4.2. Invloed van de uitbouwgrootte op de stroming voor de Oostkust.

Uit de vergelijking van de proeven met de uitbouwen TR1 (1500 m GVS), TR18 (1250 m GVS) en TR19 (1750 m GVS), ieder met de vorm van de gevoeligheidsstudie, kan men nagaan welke invloed de uitbouw van de voorhaven heeft op de stroming voor de niet verdedigde oostkust.

4.2.1. Snelheidsveranderingen bij eb. (bijlagen 120 en 122)

De niet significante snelheidsveranderingen, aangeduid met een sterretje, bestrijken bij EB (bijlage 120) het ganse gebied ten noorden van de Paardemarkt. Het is niet mogelijk een onderscheid te maken tussen 1250, 1500 en 1750 m uitbouw, wat de snelheidsveranderingen langs de oostkust betreft bij eb. Vlak voor het strand te Heist bedraagt de afname van de snelheid ongeveer 25 % t.o.v. T0, ten oosten van de kerk van Knokke blijven de snelheidsdalingen tot ongeveer 10 % beperkt. De afname van de snelheid onder de kust van Cadzand ter hoogte van profiel nr. 7 van bijlage 122 vindt wellicht een verklaring in het feit dat de stroming naar de noordzijde van de Wielingen verplaatst wordt als een gevolg van het verdiepen van de Scheurpas.

4.2.2. Snelheidsveranderingen bij vloed. (bijlagen 121 en 123)

Bij vloed ontstaat ten oosten van de haven een luwe zone, waarvan de invloed zich tot voor het Zwin laat gelden. Deze luwe zone blijkt duidelijk uit het verloop van de snelheidsprofielen (bijlage 123) alsmede uit de snelheidsdalingen, in de vakken langs de kust op bijlage 121.

Voor het Zwin bedraagt de daling nog 15 %, voor Cadzand is ze te verwaarlozen. Uit de snelheidsprofielen blijkt dat bij de uitbouw

1750 m GVS de snelheid in de profielen 1 , 2 en 3 nabij de kust duidelijk lager is (ongeveer 0.3 m/s) dan bij de uitbouw 1250 m GVS. Verder oostwaarts worden de verschillen onderling gering en van de grootte orde van de meetnauwkeurigheid.

Ten noorden van de as van de Paardemarkt neemt de snelheid bij uitbouw toe, waarbij de grootste stijgingen (zie bijlage 121) te vinden zijn nabij de haven (1e kolom) en langs het Scheur.

4.2.3. Samenvatting. (bijlage 131)

Na uitbouw van de voorhaven en verdieping van de vaarpassen is zowel bij eb als bij vloed de snelheid langs de oostkust gedaald. De gemiddelden over verschillende vakken zijn weergegeven op bijlage 131. Hieruit blijkt dat voor de onverdedigde kust de snelheidsdaling in de zone's A , B , C en D bij eb 12 % niet overschrijdt. Bij vloed en bij uitbouw van 1500 à 1750 m bedraagt de daling in zone A circa 35 %, in zone B 28 %, in zone C 18 % en in zone D 7 %, voor een uitbouw van 1250 m bedraagt de daling in de zone's A , B en C ongeveer de helft van de hiervoor vermelde waarden, in zone D is het verschil gering voor de drie uitbouwtoestanden. Zodoende blijkt in de zone's A , B en C een onevenwicht tussen eb-en vloedstroom te ontstaan.

4.3. Kustverdediging met behulp van lage kribben bij de voorhavenuitbouw 1500 m GVS.

Teneinde het beschreven onevenwicht tussen eb-en vloedstroom te herstellen werd nagegaan in hoeverre een verdediging langs de oostkust aangebracht, in staat is de ebstroom af te remmen zonder de vloedstroom in belangrijke mate te hinderen. De in § 4.1. beschreven dammen voldoen qua vorm aan deze vereiste, aangezien de kruin

nabij de kust slechts enkele dm boven L.W. ligt.

Zodoende werden vier toestanden met toepassing van onderwaterkribben beschreven onder § 4.1. onderzocht (zie bijlage 132 en tabel in § 4.1.), nl. TR6, TR14, TR15 en TR16.

Daarbij stelde zich eveneens de vraag hoeveel kribben er nodig zijn en waar deze best dienen voorzien te worden.

4.3.1. Invloed op de ebstroming. (bijlagen 124 en 131)

In de zone A (strook van 0 tot 500 m uit de bestaande strandkribben) is de snelheidsafname veroorzaakt door de uitbouw van één enkele krib ter hoogte van het bestaande strandhoofd nr. 17 groot : oostelijk van de krib daalt de snelheid 20 % t.o.v. T0, westelijk over ongeveer 5 km daalt de snelheid met 40 à 50 %.

Bij uitbouw van een tweede krib, hetzij t.h.v. strandhoofd 2, hetzij t.h.v. strandhoofd 9 treedt een bijkomende snelheidsdaling op ten westen hiervan. Voegt men hier nog de derde krib, hetzij t.h.v. 9 of van 2 aan toe, neemt de ebstroom in zone A niet verder af.

In de zone B is er weinig verschil tussen de toestand met of zonder kribben (zie bijlagen 120, 124 of bijlage 131).

Buiten de zone der kribben (zone C) is de snelheidsafname minder belangrijk dan in een toestand met enkel de havenuitbouw 1500 m GVS, t.t.z. de uitbouw van kribben verhoogt de snelheid op de Paardemarkt.

Voor de Nederlandse kust (zone D) blijft de snelheidsdaling onveranderd circa 10 % bedragen.

4.3.2. Invloed op de vloedstroming. (bijlagen 125, 131)

Zoals te verwachten is de invloed van de onderwaterkribben op de vloedstroom gering. Nabij de kust (zone A) blijft de snelheidsdaling

gemiddeld 40 % zoals voor TR1, voor het Zwin is de snelheidsafname toegenomen tot 20 à 30 %. De invloed bij vloed van de uitbouw van kribben, ongeacht hun aantal, lijkt het grootst oostelijk van krib 17.

Op de Paardemarkt (zone's B , C en ten noorden daarvan) stijgt de snelheid met ongeveer 5 % t.o.v. TR1.

Voor de Belgisch-Nederlandse grens is de snelheidsdaling het belangrijkst bij uitbouw van 3 kribben (TR6) en bij uitbouw van 2 kribben het minst belangrijk bij TR6 (kribben 2 en 17).

4.3.3. Samenvatting. (bijlage 131)

- Bij een uitbouw van één krib t.h.v. strandhoofd 17 blijkt dat de snelheid bij eb langs de kust (zone A) reeds met circa 25 % afneemt t.o.v. een toestand zonder kustverdediging. Toevoeging van een tweede krib doet de snelheid ten westen van strandkrib 9 verder dalen, waarbij de invloed het dichtst de haven van Zeebrugge benadert bij uitbouw van kribben 2 en 17 (TR16). Een derde krib geeft geen bijkomende snelheidsdaling.
- Bij vloed veroorzaakt de uitbouw van kribben een snelheidsdaling voor het Zwin gaande tot 20 à 30 % bij 2 kribben.
- Zowel bij eb als bij vloed stijgen de snelheden op de Paardemarkt door het uitbouwen van kribben.

4.4. Kustverdediging met behulp van lage kribben en/of zandsuppletie bij een voorhavenuitbouw 1500 m GVS.

Drie toestanden met zandsuppletie (zie bijlage 132 en tabel § 4.1.), waarbij geen krib (TR11), één enkele krib (TR12) en drie kribben (TR7) werden voorzien met daarbij een uitbouw van de voorhaven volgens TR1 (1500 m GVS), werden bestudeerd.

4.4.1. Kustverdediging met enkel zandsuppletie (TR11). (bijlagen 126
----- en 131)

Bij eb wordt de laagwaterlijn tot buiten de bestaande strandkribben verlegd door het aanbrengen van de suppletie.

In de zone's A en D nabij de kust is de snelheidsdaling t.o.v. T0 bij eb praktisch gelijk aan deze van de onverdedigde oostkust (bijlage 120).

Vergelijkt men de snelheidsveranderingen t.o.v. T0 voor TR11 en TR1 in de zone's B en C, blijkt dat door het aanbrengen van suppletie de snelheid op de Paardemarkt in geringe mate is toegenomen t.o.v. de situatie zonder suppletie.

Bij vloed (bijlage 127) zijn de gevoelige snelheidsafnamen t.o.v. T0 nabij de kust (zone A en B) hooguit 5 % minder groot met suppletie t.o.v. TR1, terwijl voor het overige de verschillen verwaarloosbaar zijn.

4.4.2. Kustverdediging met kribben en suppletie (TR12 - TR7).

(bijlagen 126 , 127 , 131)

- Bij EB (bijlage 126) blijkt door de uitbouw van de krib t.h.v. strandhoofd 17 de snelheid langs de kust te dalen met circa 15 % (zone A) en 5 % (zone B) t.o.v. TR11. Zodoende is juist westelijk van de krib de snelheid 35 % lager dan voor de T0-situatie.

Bij verdediging met suppletie en drie kribben (TR7) is de snelheidsafname langs de kust t.o.v. T0 circa 40 % in de zone A. In de zone B is de snelheidsdaling t.o.v. T0 circa 10 % en circa 5 % in de zone C, zowel voor TR12 als voor TR17.

Voor de Nederlandse kust (zone D) is de snelheidsdaling t.o.v. T0 voor TR1 en TR12 gelijk en bedraagt circa 5 %, maar loopt op tot circa 10 % voor TR7.

- Bij VLOED (bijlage 127) is er voor de zone's A , B en C nauwelijks

verschil tussen TR11 en TR12 met een iets grotere snelheidsafname voor TR7. Voor de Nederlandse kust (zone D) merkt men als invloed van de uitbouw van 3 kribben een snelheidsreductie van circa 10 % t.o.v. T0.

4.4.3. Samenvatting.

Enkel en alleen suppletie langs het strand is niet bij machte de stroomsnelheid voor de oostkust bij eb en vloed te reduceren. Op de Paardemarkt zelf neemt de snelheid een weinig toe. Door suppletie aan te brengen bij uitbouw van een krib wordt de remmende werking voor de ebstroom enigermate teniet gedaan (10 % voor zone A, 2 à 5 % voor zone's B en C). Bij vloed is er nauwelijks verschil tussen toestanden met of zonder suppletie.

4.5. Verdediging van de Oostkust bij uitbouw 1750 F.

Voor de havenuitbouw met de vorm 1750 F werden twee proeven verricht, nl. oostkustverdediging bestaande uit suppletie en de twee kribben 2 en 17 (TR41) en oostkustverdediging bestaande uit suppletie en drie kribben (TR42).

Ter vergelijking wordt tevens TR44 (1750 F) besproken, toestand die enkel qua vaargeul van TR41 verschilt. Het stroombeeld voor TR44 wordt getoond in bijlage 130.

4.5.1. Snelheidsveranderingen t.o.v. T0 bij eb. (bijlagen 128 en 131)

Bij onderlinge vergelijking blijkt voor deze drie toestanden eenzelfde verschil t.o.v. T0 te bestaan.

Het effect van de bijkomende krib t.h.v. strandhoofd 9 bij TR42 is slechts te merken in de luwte van deze krib. Zodoende is voor

TR42 de gemiddelde snelheidsdaling voor zone A 6 % groter dan voor TR41.

4.5.2. Snelheidsverandering bij vloed. (bijlagen 129 en 131)

Er bestaat een goede overeenkomst tussen TR41 en TR44. Bij TR42 zorgt de derde krib t.h.v. strandhoofd 9 voor een iets grotere snelheidsafname in de omgeving van deze laatste.

4.5.3. Samenvatting. (bijlage 131)

Bij uitbouw van een voorhaven met vorm 1750 F, het aanbrengen van zandsuppletie en twee kribben (2 en 17) is de bouw van een derde krib (9) van marginaal nut voor de reductie van de stroming voor de kust.

4.6. Besluit. (bijlagen 130 en 131)

Na uitbouw van de voorhaven met circa 1750 m zal de snelheid langs de Belgische oostkust afnemen met circa 10 % bij eb en circa 30 % bij vloed. Langs de Nederlandse oostkust beloopt de snelheidsafname zowel bij eb als bij vloed gemiddeld circa 10 %.

? 40%

Aan dit onevenwicht voor de Belgische kust kan verholpen worden door de uitbouw van lage kribben.

De uitbouw van één enkele lage krib nabij het Zwin (bij strandkrib 17) doet voor de Belgische oostkust tijdens de eb de snelheid t.o.v. T0 met circa 40 % afnemen. Bij uitbouw van een tweede krib blijkt krib 2 aangewezen, waardoor bij eb de grootste snelheidsafnamen ontstaan juist oostelijk de haven, waar tevens de snelheidsdaling bij vloed het belangrijkste is ingevolge de havenuitbouw. De snelheidsdaling door uitbouw van een derde krib is marginaal.

Voor de Nederlandse kust heeft de uitbouw van deze lage kribben op Belgisch gebied geen invloed op de snelheden onder de kust, en dit zowel bij eb als bij vloed.

Aanbrengen van zandsuppletie alleen nabij de kust beïnvloedt de stroomsnelheden voor de oostkust niet noemenswaardig. Bij lage kribben in combinatie met zandsuppletie is de snelheidsreductie bij eb nabij de kust minder belangrijk (± 10 %) dan bij lage kribben alleen, bij vloed is er geen verschil.

5. HYDRAULISCH ONDERZOEK I.V.M. BOUWFASEN.

5.1. Inleiding. (bijlagen 133 en 154)

In de loop van de studie werden verschillende toestanden onderzocht welke nog niet een definitieve eindsituatie uitmaken.

Deze bouwfasen kunnen verdeeld worden in drie categorieën :

1) de situatie met oostkustverdediging alleen (TR17 : T0 met suppletie en kribben 2 en 17) ;

2) interim LNG-haven juist voltooid :

TR28 : interim LNG-variante "3-oost" met suppletie en kribben 2 en 17 voor de oostkust ;

TR54 : interim LNG-variante "3-oost" zonder oostkustverdediging ;

TR55 : LNG-variante "D" met suppletie en kribben 2 en 17.

3) tenslotte zijn er de bouwfasetoestanden van de nieuwe westelijke en oostelijke havendam :

TR49 : TR28 + 1 km westdam (AB, zie bijlage 133) ;

TR50 : TR28 + 2,6 km westdam (AC) en 700 m oostdam (L M) ;

TR40 : TR28 + 3,5 km westdam (AD) en in totaal 3 km oostdam (K N) ;

TR39 : analoog aan TR40 maar voor een uitbouw van 1250 m (westdam AF en oostdam KQ).

De proeven TR49 en 50 werden enkel t.b.v. het nautisch onderzoek uitgevoerd (zie deel 1, § 2.5.).

Voor de oostkustproblematiek, behandeld in § 5.2. zijn buiten de toestand TR17 ook de toestanden TR28, 39 en 40 betrokken geworden.

De verschillende varianten voor de interim LNG-haven worden in § 5.3. besproken. De uitbouwfasen verder dan de interim LNG-terminal worden behandeld in § 5.4.

5.2. Oostkuststudie : uitbouwfase TR17 , 28 , 39 en 40.

5.2.1. Uitbouwfase TR17. (bijlagen 134 en 131)

Deze toestand heeft enkel belang als uitbouwfase voor de oostkust. Bij eb wordt de snelheid langs de kust t.o.v. T0 met 34 % à 54 % gereduceerd in de luwte van de kribben (zone A, bijlage 131). Ter hoogte van de noordelijke helling van de Appelzak (zone B) is de snelheidsdaling te verwaarlozen, terwijl verder zeewaarts er een snelheidstoename optreedt. Voor Cadzand is er 10 % snelheidsafname t.o.v. T0.

Bij vloed is de snelheidsafname gering in de zone's A en D, elders heerst een lichte snelheidstoename.

De verdieping van de Scheurpas ligt wellicht aan de basis van de toename van de oppervlaktesnelheid aldaar.

5.2.2. Uitbouwfase TR28. (zie bijlagen 135 en 131)

Bij eb blijkt t.o.v. TR17 geen verdere snelheidsdaling onder de oostkust voor te komen. Bij vloed daalt de snelheid in de zone A verder t.o.v. T0 (15 % meer dan voor TR17), omwille van de luwte van de LNG-oostdam. Men kan stellen dat de zone A naar een evenwicht gaat tussen de snelheidsverandering t.o.v. T0 voor eb en voor vloed. De snelheidswijzigingen in de andere zone's zijn uiterst gering.

5.2.3. Uitbouwfase TR39. (bijlagen 135 en 131)

Bij uitbouw van praktisch de volledige oostdam E2 (uitbouw-grootte 1250 m) van de nieuwe haven wordt de snelheid langs de oostkust ook bij eb verder gereduceerd t.o.v. TR17.

In de zone A bedraagt de afname 40 % en in zone B 10 % t.o.v. T0, in zone C is de snelheid ongewijzigd gebleven.

Bij vloed stelt men een belangrijke daling van de snelheid vast nabij de kust, gemiddeld 35 % in zone A, zodat het evenwicht langs de kust tusseneb-en vloedstroomveranderingen behouden blijft.

5.2.4. Uitbouwfase TR40. (bijlagen 136 en 131)

De oostdam voor TR40 reikt verder zeewaarts dan voor TR39, wat merkbaar is in een verdere daling van de snelheid langs de oostkust (zone's A , B en C). Deze uitbouwfase ligt reeds zeer dicht bij de eindtoestanden TR41 en TR44. Uit bijlage 131 blijkt dat ook de snelheidsveranderingen van TR40 t.o.v. T0 in de 4 deelgebieden bijna gelijk zijn aan deze van TR41 en TR44.

5.2.5. Samenvatting. (bijlage 131)

Na realisatie van de oostkustverdediging (strandsuppletie + twee kribben) neemt langs de Belgische oostkust de snelheid af naargelang de oostelijke dam verder zeewaarts wordt uitgebouwd, in geringe mate bij eb, maar zeer opvallend bij vloed. Waar er bij TR17 nog een sterk onevenwicht bestaat tussen de snelheidsverandering bij eb en vloed (in zone A) langs de kust, is dat praktisch niet meer het geval vanaf uitbouw TR28.

Voor de Nederlandse kust blijft de snelheidsafname voor alle fasen praktisch gesproken 10 % bedragen.

5.3. Interim LNG-haven (TR28, 54 en 55).

Twee vormen van de oostdam werden onderzocht m.b.t. het inplanten van een LNG-terminal (zie bijlage 133 en 153). Bij de variante "D" (TR55) is de LNG-dam circa 425 m verder zeewaarts uitgebouwd dan bij variante "3-oost" (TR28 - 54). Voor de variante "D" werden, omwille van een mogelijk golf-penetratie in de LNG-haven, eveneens toestanden gestroomd waarbij een dam, hetzij met een lengte van 200 m, hetzij van 400 m, is gebouwd aan het uiteinde van de bestaande westelijke havendam, loodrecht op deze laatste.

Het stroombeeld voor deze toestanden (TR55 bis en ter) is weergegeven op de figuren 140 en 141.

5.3.1. Stroombeeld bij eb. (bijlagen 138 en 139)

Bij eb ontstaat voor de havenmond een grote ellipsvormige neer. De afmetingen van de kleine en grote symmetrie-as bedragen 800 m (evenwijdig aan de vaargeul) op 1800 m voor TR28 en 1200 m op 2400 m voor TR55. Hieruit blijkt dat bij een zeewaartse verplaatsing van de interim LNG-terminal de afmetingen van de neer sterk toenemen, hetgeen de onderhoudsbaggerwerken in aanzienlijke mate zal verzwaren. Ook de snijding van de meest landwaartse stroombaan met de Zandpas is 400 m verder zeewaarts gelegen voor TR55 t.o.v. TR28.

De N.O.-hoek van de LNG-dam wordt sterk aangestroomd.

5.3.2. Stroombeeld bij vloed. (bijlagen 138 , 139, 140 en 141)

Bij een uitbouw volgens TR28 wordt de vloedstroom slechts licht afgebogen vóór de havenmond en treedt aldaar geen noemenswaardige neervorming op (bijlage 138, 141). Bij variante TR55 (bijlage

139 en 141) ontstaat in de haventoeegang een driehoekige stroomloze zone, opgevuld door een neer. Door het bouwen van een dam aan het uiteinde van het bestaande westelijke havenhoofd (TR55 bis en ter) vergroot de stroomloze zone en verplaatst de neer zich zeewaarts (zie bijlage 140, 141). Waar er tijdens de eb reeds een grote neerzone vlak voor de havenmond aanwezig is, voegt zich daar nog een neerzone bij vloed aan toe. In de aldus ontstane situatie valt voor een aanzienlijker sedimentatie t.h.v. de havenmond te vrezen.

5.3.3. Snelheidsprofielen. (bijlagen 142, 143 en 144)

De snelheidsprofielen bij eb (bijlage 142) voor TR28 en TR54 (= TR28 zonder oostkustverdediging) vallen samen. De zeevaartse verplaatsing van het maximum voor TR55 t.o.v. TR28 bedraagt 400 m. Verder zeewaarts zijn de snelheden kleiner dan voor T0, gezien de vaargeul tot Z - 13 m is verdiept.

Bij vloed (bijlage 143) vindt men eveneens een afname van circa 0,25 m/s t.o.v. T0, omwille van deze verdieping. Zeewaarts km 4 verschillen de vloedsnelheden voor TR28, 54 en 55 niet.

Ter illustratie van de invloed van de grootte van de oostdam op de stroming voor de oostkust zijn in bijlage 144 enkele snelheidsprofielen getekend van de vloedstroom. In de raaien 3 en 4 is de snelheid nabij de kust voor TR28 kleiner dan voor TR54, gezien de luwte van de twee kribben bij TR28. Bij TR55 is de zone met snelheidsdaling duidelijk groter dan voor TR28.

5.3.4. Procentuele snelheidsveranderingen t.o.v. T0. (bijlagen 145 en 146)

Bij eb is het gebied waarin de snelheidsafname t.o.v. T0 10 %

overschrijdt nabij de kust uitgesproken groter voor TR55 dan voor TR28/54. Ten rechte van de LNG-dam ligt een beperkte zone met grote snelheidstoename. De snelheidsverandering buiten de $\pm 10\%$ zone's zijn meestal niet significant.

Bij vloed is de snelheid gedaald in een vrij langgerekte zone langs de kust, die voor TR55 aanzienlijk groter is. De zone met snelheidstoename ligt op de Paardemarkt. Bij het tekenen der 10 % lijnen is geen rekening gehouden met de snelheidsdaling boven de Pas van het Zand, te wijten aan de geulverdieping.

5.3.5. Samenvatting.

De interim LNG-haven volgens variante "3-oost" houdt reeds bepaalde hydraulische bezwaren in, aangezien er bij eb een uitgebreide neerzone in de buitenrede ontstaat en de N.O.-hoek sterk wordt aangestroomd, hetgeen inhoudt dat verdere havenuitbouw vrij snel dient te volgen.

Een verder uitbouw in zee zoals bij variante "D" veroorzaakt een zodanig grote ebneer dat de gevolgen daarvan (sedimentatie) onvoorspelbaar zijn. Mede hierdoor schept een verdere zeewaartse uitbouw van de interim LNG-terminal een nog grotere servitude tot gelijktijdige uitbouw van de voorhaven.

Tevens ontstaat bij variante "D" bij vloed een neer in de havenmond, zodat voor belangrijke aanslibbing in de haven, door horizontale wateruitwisseling, mag gevreesd worden.

5.4. Bouwfasetoestanden nieuwe voorhaven. (bijlagen 133 en 154)

De toestanden TR49, 50 en 40 zijn bouwfasen van de variante TR44 (1750 F). De bouwphase TR39 is analoog aan TR40, echter voor een uitbouw in de eindsituatie van 1250 m.

5.4.1. Bouwfase TR49. (bijlagen 147, 152 en 153).

De eerste toevoeging aan TR28 is de uitbouw van 1 km westdam (lijn AB op bijlage 133). Bij eb heeft deze uitbouw praktisch geen invloed, zoals ook blijkt uit het snelheidsverloop langs de vaargeul (bijlage 152). Bij vloed duwt deze dam de stroming t.h.v. de bestaande westelijke havendam circa 200 m meer zeewaarts. Deze verplaatsing is op het snelheidsprofiel bij vloed langs de Pas van het Zand (bijlage 153) terug te vinden. Voorts is het verschil in snelheid met TR28 gering.

5.4.2. Bouwfase TR50. (bijlage 148)

De westdam is reeds 2600 m uitgebouwd (AC) terwijl de oostdam 700 m verder zeewaarts dan de N.O.-hoek van de interim LNG-terminal "3-oost" gevorderd is (K M, bijlage 133).

Bij eb ontstaat een neer tussen de westdam en vaargeul. De stroming richt zich bijna pal west vanaf het punt M tot de Pas van het Zand, waarna de stroming terug naar de kust afbuigt. De maximum snelheid t.h.v. de Zandpas is op circa 4 km van het hooglicht gelegen (bijlage 152) en is circa 20 % hoger dan bij T0.

Bij vloed ontstaat eveneens een neer, gelegen boven de vaargeul. De oostdam ligt volledig in de luwte van de westdam. De snelheid langs de Zandpas heeft een maximum op 4,1 km van het hooglicht (15 % groter dan voor T0) en daalt dan om zeewaarts de "Zandboei" gelijk te worden aan de snelheid voor TR28.

5.4.3. Bouwfase TR40. (bijlagen 149 en 150)

In deze fase is de westdam 3500 m ver gevorderd (van A tot D - zie

bijlage 133) en de oostdam over 3000 m uitgebouwd (van K tot N). In model werd binnen de afgewerkte dammen reeds een deel aanvulling aangebracht tot boven HW.

Zowel bij eb als bij vloed ontstaat in de havenmond een neer met diameter 1,5 km (bijlage 149).

De procentuele snelheidsveranderingen t.o.v. T0 (bijlage 150) verschillen weinig van deze voor TR44 (1750 F).

Het snelheidsprofiel t.h.v. de Zandpas is bij vloed niet meer van dat van TR44 te onderscheiden (bijlage 153). Bij eb verschilt het snelheidsprofiel voor TR40 van dat van TR50 door een verder zee- waartse verplaatsing (\pm 200 m) van het maximum (bijlage 152).

5.4.4. Bouwfase TR39. (bijlage 151)

TR39 is een bouwfase van een zeewaartse uitbouw over slechts 1250 m van de voorhaven, waarbij de westdam over 3500 en de oostdam over 3000 m reeds zijn uitgebouwd.

De procentuele snelheidsveranderingen (bijlage 151) verschillen bij eb en vloed weinig of niet van de eindtoestand.

5.4.5. Samenvatting.

- In de bouwfase TR49 is de westdam nog te kort om veel invloed te hebben op de stroming, zodoende verschilt deze bouwfase weinig van de interim LNG-terminal TR28.
- In de bouwfases TR50 , 40 en 39 ligt bij vloed de oostdam in de luwte van de westdam, bij eb vice-versa. Zowel bij eb als bij vloed ontstaat een neer boven de vaargeul binnen de uitgebouwde haven- dammen.

5.5. Besluit.

- 1) Na realisatie van de oostkustverdediging met kribben ter hoogte

van strandkribben nrs. 2 en 17, en met zandsuppletie (TR17) ontstaat er voor de Belgische oostkust een belangrijke snelheidsafname bij eb en een geringe afname bij vloed.

Bij toenemende zeewaartse uitbouw van de nieuwe oostdam neemt de vloodsnelheid voor de Belgische oostkust sterk af, zodat vanaf TR28 bijna een evenwicht bereikt wordt tussen de snelheidsafname t.o.v. T0 voor eb en voor vloed.

- 2) Bij de interim LNG-haven volgens variante "3-oost" ontstaat bij eb een uitgebreide neerzone in de buitenrede, en wordt de N.O.-hoek sterk aangestroomd. Deze hydraulisch bezwaarlijke omstandigheden vereisen een snelle verdere havenuitbouw.

Bij uitbouw van de LNG-haven volgens variante "D" reikt de oostdam 400 m verder zeewaarts en wordt de neer zodanig groot dat sedimentologische gevolgen onvoorspelbaar zijn. De uitwisselingsneer in de havenmond bij vloed kan oorzaak zijn van verhoogde aanslibbing in de haven. Zodoende zou de uitbouw van de LNG-haven volgens variante "D" een nog grotere noodzaak scheppen tot gelijktijdige uitbouw van de volledige voorhaven.

- 3) Bij de verdere bouwfasen TR50 , 40 en 39 ontstaat zowel bij eb als bij vloed een grote neerzone tussen de uitgebouwde havendammen. Gezien de schalen van het overzichtsmodel is het niet mogelijk de stroming in een beperkte zone nabij de kop van de uitbouw (kopeffect) te bestuderen, alsmede geringe vormwijzigingen te onderzoeken. Dit bouwfaseonderzoek dient verder op een detailmodel nader voortgezet te worden alsmede bij ogenblikken van het getij anders dan welke op het permanentiemodel werd gestroomd.

6. ALGEMENE BESLUITEN VAN HET ONDERZOEK OP HET FYSISCH
PERMANENTIEMODEL VAN DE KUST.

1. Gevoeligheidsstudie i.v.m. de maximale zeewaartse haven-
uitbouw.

Gesteld dat een snelheidstoename in een zone van het Scheur-
Wielingengebied gemiddeld 10 % en in de Wielingen zelve
plaatselijk (t.h.v. de Bol van Heist) gemiddeld 15 % niet mag
overschrijden, blijkt uit het modelonderzoek dat de uitbouw
volgens variante 1750 m GVS (TR10, zie bijlage 101) nog juist
aan deze gestelde hydraulische criteria voldoet.

2. Uit de vormgevingsstudie werd een vorm volgens variante F
(1750 F, TR44, zie bijlage 101) weerhouden als meest opti-
maal tracé voor eventueel verder onderzoek op een meer ge-
detailleerd hydraulisch model.

3. Door de combinatie van de vorm volgens variante F met de
grootte van de uitbouw 1750 GVS werd de variante 1750 G ont-
worpen (zie TR51 - 52, bijlage 101). Uit het modelonderzoek
blijkt dat de variante 1750 G eveneens voldoet aan de hydrau-
lische criteria gesteld onder 6.1.

4.1. Oostkustverdediging na voltooiing van de uitbouw van de voor-
haven. (bijlage 119)

- Zandsuppletie alleen langs het strand heeft praktisch geen in-
vloed op de tijstroomingen in de Appelzak.
- Uitbouw van één enkele lage krib nabij het Zwin (t.h.v. strand-
krib 17) doet voor de Belgische oostkust bij eb de snelheid met
circa 40 % afnemen t.o.v. T0, zodat er langs de kust een even-
wicht ontstaat met de snelheidsafname die bij vloed circa 40 %

bedraagt t.g.v. de havenuitbouw.

- Bij uitbouw van een tweede krib lijkt krib 2 aangewezen, daar deze bij eb de grootste snelheidsafname veroorzaakt juist oostelijk van de haven van Zeebrugge, waar ook de vloedsnelheid ingevolge de havenuitbouw het sterkst gedaald is.
- De snelheidsdaling door toevoeging van een derde krib is marginaal.
- Voor de Nederlandse kust bedraagt de snelheidsafname circa 10 % zowel bij eb als bij vloed en al of niet bij aanwezigheid van de oostkustverdediging.

4.2. Oostkustverdediging tijdens de uitbouwfasen van de voorhaven.

- Realisatie van de oostkustverdediging met kribben ter hoogte van strandkribben 2 en 17 en met zandsuppletie (TR17) leidt voor de Belgische oostkust tot een belangrijke snelheidsafname bij eb en een geringe afname bij vloed. Bij toenemende zee- waartse uitbouw van de nieuwe oostdam neemt de vloedsnelheid voor de Belgische oostkust sterk af, zodat vanaf TR28 bijna een evenwicht bereikt wordt tussen de snelheidsafname t.o.v. T0 voor eb en voor vloed.
- Voor de Nederlandse kust blijft de snelheidsafname voor alle bouwfasen praktisch gesproken 10% bedragen.

5. Uitbouwfasen. (bijlage 133)

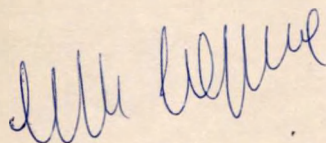
- De interim LNG-haven volgens variante "3-oost" houdt reeds hydraulische bezwaren in omwille van de uitgebreide ebneer in de buitenrede en de stroomconcentratie nabij de N.O.-hoek van de uitbouw. Zodoende dient de verdere havenuitbouw vrij snel te volgen. Een verder zeewaartse uitbouw van de LNG-terminal volgens variante "D" veroorzaakt een zodanig grote

ebneer dat de gevolgen daarvan (sedimentatie) niet te voorspellen zijn. Mede daarom wordt door uitbouw van LNG-variante "D" een nog grotere servitude tot gelijktijdig uitbouwen van de voorhaven geschapen. Bij deze variante ontstaat tevens een vloedneer in de havenmond, zodat de horizontale wateruitwisseling tot belangrijke aanslibbing in de haven kan leiden.

- Bij de uitbouwfasen van de westdam en oostdam zeewaarts van de LNG-haven ontstaat een stroomloze zone tussen de uitgebouwde havendammen, opgevuld door een neer boven de vaargeul.

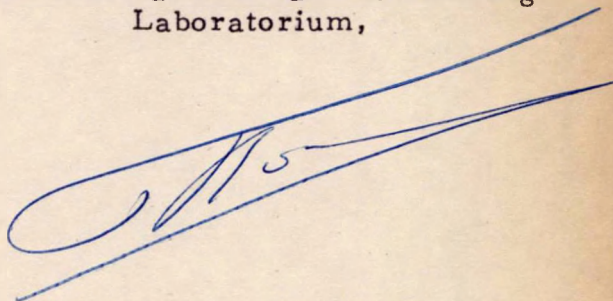
Borgerhout, november 1977.

De ingenieur van Bruggen
en Wegen,
belast met de studie,



ir. E. LAFORCE

De Hoofdingenieur-Directeur van Bruggen
en Wegen,
Directeur van het Waterbouwkundig
Laboratorium,



ir. P. ROOVERS.

editie

WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM

BERCHEMLEI 115
2200 BORGERHOUT
BELGIE
TELEFOON 031/36.18.50.

rijkswaterstaat
dienst getijdewateren
nr. C-9203, 2
bibliotheek 910

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
borgerhout

model van de kust
en het scheldeëstuarium

**HYDRAULISCH ONDERZOEK
UITBOUW VOORHAVEN
ZEEBRUGGE**

DEEL 1
figuren

1977

MOD. 265 -7

69420

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
borgerhout antwerpen



ministerie van openbare werken
bruggen en wegen
bestuur der waterwegen

rijkswaterstaat
dienst getijdewateren
bibliotheek
grenadiersweg 31 -
4338 PG middelburg

VLIZ (vzw)
VLAAMS INSTITUUT VOOR DE ZEE
FLANDERS MARINE INSTITUTE
Oostende - Belgium

MOD. 265-7

MODEL VAN DE KUST EN
HET SCHELDE-ESTUARIUM

HYDRAULISCH ONDERZOEK
UITBOUW VOORHAVEN ZEEBRUGGE

DEEL 1

Bijlagen

LIJST DER BIJLAGEN

Nr. Bijlage		W.L. Nr.
1	Situatieplan van het model	77.748
2	Gevoeligheidsanalyse uitbouwgruote. Ligging vaar- geulen en raaien	77.749
3	Gevoeligheidsanalyse. Liggingsplan havendammen 1e fase (TR1-2-3-4-5)	77.750
4	Metingen met oppervlakedrijvers. Vergelijking T0 - TR1 EB	77.658
5	Metingen met oppervlakedrijvers. Vergelijking T0 - TR1 VLOED	77.659
6	Metingen met oppervlakedrijvers. Vergelijking T0 - TR3 EB	77.660
7	Metingen met oppervlakedrijvers. Vergelijking T0 - TR3 VLOED	77.661
8	Dwarskrachtenlijnen T0, TR1-2-3-4-5 EB	77.302
9	Dwarskrachtenlijnen T0, T8, T22, TR1-2-3-4-5 VLOED	77.301
10	Snelheidsprofiel voor T0 en TR1-2-3-4-5 langs de raai Blankenberge EB	77.416
11	Snelheidsprofiel voor T0 en TR1-2-3-4-5 langs de raai Blankenberge VLOED	77.417
12	Snelheidsprofiel voor T0 en TR1-2-3-4-5 langs de raai Pas van het Zand EB	77.414
13	Snelheidsprofiel voor T0 en TR1-2-3-4-5 langs de raai Pas van het Zand VLOED	77.415
14	Snelheidsprofiel voor T0 en TR1-2-3-4-5 langs de raai Knokke-Heist EB	77.418

Nr.		W.L. Nr.
Bijlage		
15	Snelheidsprofiel voor T0 en TR1-2-3-4-5 langs de raai Knokke-Heist VLOED	77.419
16	Snelheidsprofiel voor T0 en TR1-2-3-4-5 langs de raai Zwin EB	77.420
17	Snelheidsprofiel voor T0 en TR1-2-3-4-5 langs de raai Zwin VLOED	77.421
18	Verloop van de stroomrichting voor T0 en TR1-2-3-4-5 langs de raai Blankenberge EB	77.432
19	Verloop van de stroomrichting voor T0 en TR1-2-3-4-5 langs de raai Blankenberge VLOED	77.433
20	Verloop van de stroomrichting voor T0 en TR1-2-3-4-5 langs de raai Pas van het Zand EB	77.430
21	Verloop van de stroomrichting voor T0 en TR1-2-3-4-5 langs de raai Pas van het Zand VLOED	77.431
22	Verloop van de stroomrichting voor T0 en TR1-2-3-4-5 langs de raai Knokke-Heist EB	77.434
23	Verloop van de stroomrichting voor T0 en TR1-2-3-4-5 langs de raai Knokke-Heist VLOED	77.435
24	Verloop van de stroomrichting voor T0 en TR1-2-3-4-5 langs de raai Zwin EB	77.436
25	Verloop van de stroomrichting voor T0 en TR1-2-3-4-5 langs de raai Zwin VLOED	77.437
26	Procentuele snelheidsverandering t.o.v. T0 voor TR5 (1000 m)	77.751
27	Procentuele snelheidsverandering t.o.v. T0 voor TR1 (1500 m)	77.752
28	Procentuele snelheidsverandering t.o.v. T0 voor TR2 (2000 m)	77.753

Nr.		W.L. Nr.
Bijlage		
29	Procentuele snelheidsverandering t.o.v. T0 voor TR3 (2500 m)	77.754
30	Procentuele snelheidsverandering t.o.v. T0 voor TR4 (3000 m)	77.755
31	Gevoeligheidsanalyse. Liggingsplan havendammen 2e fase TR1-8-9-10-13 (1000 tot 2000 m)	77.409
32	Metingen met oppervlakedrijvers. Vergelijking T0 - TR9 EB	77.662
33	Metingen met oppervlakedrijvers. Vergelijking T0 - TR9 VLOED	77.663
34	Metingen met oppervlakedrijvers. Vergelijking T0 - TR10 EB	77.664
35	Metingen met oppervlakedrijvers. Vergelijking T0 - TR10 VLOED	77.665
36	Dwarskrachtenlijnen T0-TR1-8-9-10-13 EB	77.756
37	Dwarskrachtenlijnen T0-T22-TR1-8-9-10-13 VLOED	77.757
38	Snelheidsprofielen voor T0 en TR1-8-9-10-13 langs de raai Blankenberge EB	77.758
39	Snelheidsprofiel voor T0 en TR1-8-9-10-13 langs de raai Blankenberge VLOED	77.759
40	Snelheidsprofiel voor T0 en TR1-8-9-10-13 langs de raai Knokke-Heist EB	77.760
41	Snelheidsprofiel voor T0 en TR1-8-9-10-13 langs de raai Knokke-Heist VLOED	77.761
42	Procentuele snelheidsverandering t.o.v. T0 voor TR8 (1000 m)	77.762
43	Procentuele snelheidsverandering t.o.v. T0 voor TR9 (1250 m)	77.763

Nr.		W. L. Nr.
Bijlage		
44	Procentuele snelheidsverandering t. o. v. T0 voor TR10 (1750 m.)	77.764
45	Procentuele snelheidsverandering t. o. v. T0 voor TR13 (2000 m.)	77.765
46	Gemiddelde procentuele snelheidsveranderingen in functie van de uitbouwgrootte.	77.766
47	Stroombeeld met oppervlakedrijvers TR18 uitbouw 1250 m.	77.767
48	Stroombeeld met oppervlakedrijvers TR19 uitbouw 1750 m.	77.768
49	Dwarskrachtenlijnen T0-TR9, 10, 18, 19 - T21, 22 EB	77.769
50	Dwarskrachtenlijnen T0-TR9, 10, 18, 19- T21, 22 VLOED	77.770
51	Snelheidsverandering in ‰ t. o. v. T0 voor TR 18 uitbouw 1250 m.	77.771
52	Snelheidsverandering in ‰ t. o. v. T0 voor TR 19 uitbouw 1750 m.	77.772
53	Vormgeving tracé buitenhaven. Liggingplan haven- dammen. 1e fase (TR 20 tot 23) uitbouw 1250 m.	77.773
54	Vormgeving tracé buitenhaven. Liggingplan haven- dammen. 1e fase (TR 24 tot 27) uitbouw 1750 m.	77.774
55	Stroombeeld met oppervlakedrijvers TR 21 uitbouw 1250 m variante A.	77.775
56	Stroombeeld met oppervlakedrijvers TR 22 uitbouw 1250 m variante B3	77.776
57	Dwarskrachtenlijnen T0-TR20-21-22-23 EB	77.777
58	Dwarskrachtenlijnen T0-TR 20-21-22-23 VLOED	77.778

Nr.		W. L. nr.
Bijlage		
59	Snelheidsverandering in % t. o. v. T0 voor TR 21 uitbouw 1250 m, variante A	77.779
60	Snelheidsverandering in % t. o. v. T0 voor TR 20 uitbouw 1250 m, variante C1	77.780
61	Snelheidsverandering in % t. o. v. T0 voor TR 22 uitbouw 1250 m, variante B3	77.781
62	Snelheidsverandering in % t. o. v. T0 voor TR 23 uitbouw 1250 m, variante B2.	77.782
63	Stroombeeld met oppervlakedrijvers TR 24 uitbouw 1750 m, variante A.	77.783
64	Stroombeeld met oppervlakedrijvers TR 26 uitbouw 1750 m, variante B3.	77.784
65	Dwarskrachtenlijnen T0 - TR 24 - 25 - 26-27 EB	77.785
66	Dwarskrachtenlijnen T0 - TR 24 - 25 - 26-27 VLOED	77.786
67	Snelheidsverandering in % t. o. v. T0 voor TR 24 uitbouw 1750 m, variante A.	77.787
68	Snelheidsverandering in % t. o. v. T0 voor TR 25 uitbouw 1750 m, variante C1.	77.788
69	Snelheidsverandering in % t. o. v. T0 voor TR 26 uitbouw 1750 m, variante B3.	77.789
70	Snelheidsverandering in % t. o. v. T0 voor TR 27 uitbouw 1750 m, variante B2	77.790
71	Overzicht toestanden TR31 tot TR34 uitbouw 1750 m (varianten D0, D1, E1 en E2)	77.827
72	Vormgeving tracé buitenhaven. Liggingplan haven- dammen 2e fase (TR29-30-35-36)uitbouw 1250 m, varianten D en E.	77.828

Nr.		W. L. Nr.
Bijlage		
73	Vormgeving tracé buitenhaven. Liggingsplan havendammen 2e fase (TR31-32-33-34) uitbouw 1750m, varianten D en E.	77. 829
74	Overzicht toestanden TR37 en TR38, uitbouw 1750 m (varianten D3 en D4).	77. 830
75	Stroombeeld met oppervlakedrijvers voor TR 29-30 (uitbouw 1250 m, variante D0-D1) VLOED.	77. 831
76	Snelheidsveranderingen in ‰ t. o. v. T0 voor TR 29 en TR 30 (uitbouw 1250 m, varianten D0-D1) VLOED.	77. 832
77	Dwarskrachtenlijnen T0-T21 - TR21-22-29-30 VLOED.	77. 833
78	Stroombeeld met oppervlakedrijvers voor TR31-32 (uitbouw 1750 m, variante D0-D1) VLOED.	77. 834
79	Snelheidsveranderingen in ‰ t. o. v. T0 voor TR31-32 (uitbouw 1750 m varianten D0-D1) VLOED.	77. 835
80	Stroombeeld met oppervlakedrijvers TR 37-38 (uitbouw 1750 m, variante D3-D4) VLOED.	77. 836
81	Snelheidsverandering in ‰ t. o. v. T0 voor TR37 en TR38 (uitbouw 1750 m, varianten D3-D4) VLOED.	77. 837
82	Dwarskrachtenlijnen T0-T21-TR26-31-32-37-38 VLOED.	77. 838
83	Stroombeeld met oppervlakedrijvers voor TR 35-36 (uitbouw 1250 m, varianten E1-E2) EB.	77. 839
84	Snelheidsverandering in ‰ t. o. v. T0 voor TR35 en TR36 (uitbouw 1250 m, varianten E1 en E2) EB.	77. 840
85	Dwarskrachtenlijnen T0-T21 - TR22, 35, 36. EB.	77. 841
86	Stroombeeld met oppervlakedrijvers TR 33-34 (uitbouw 1750 m, varianten E1-E2) EB.	77. 842
87	Snelheidsverandering in ‰ t. o. v. T0 voor TR 33 en TR 34 (uitbouw 1750 m, varianten E1 en E2) EB.	77. 843
88	Dwarskrachtenlijnen T0-T21 - TR26, 33, 34. EB.	77. 844

Nr.		W. L. nr.
Bijlage		
89	Liggingsplan toegangsgeul en havendammen TR 44-45, uitbouw 1750 m, variante F.	77.845
90	Dwarskrachtenlijnen T0 - TR34-TR44. EB.	77.846
91	Dwarskrachtenlijnen T0 - T22 - TR31 - TR44. VLOED.	77.847
92	Gemiddelde snelheidstoename bij vloed in functie van het tracé der havendammen.	77.848
93	Overzicht toestanden nautisch onderzoek voor gevoeligheidsstudie (TR 44, 45, 46, 47 en 48).	77.849
94	Dwarskrachtenlijnen TR 44 tot 48. EB.	77.850
95	Dwarskrachtenlijnen TR 44 tot 48. VLOED.	77.851
96.	Overzicht toestanden nautisch onderzoek voor interim- L. N. G. -haven (TR28, TR49, TR50).	77.852
97	Stroombeeld met oppervlakedrijvers voor TR28 (interim L. N. G. -haven, variante "3-oost").	77.853
98	Dwarskrachtenlijnen TR 28, 49 en 50. EB.	77.854
99.	Dwarskrachtenlijnen TR 28, 49 en 50. VLOED.	77.855
100	Overzicht van de toestanden uit de vormgevingsstudie (1250 m en 1750 m.)	77.856



WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

MOD 265_7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 1

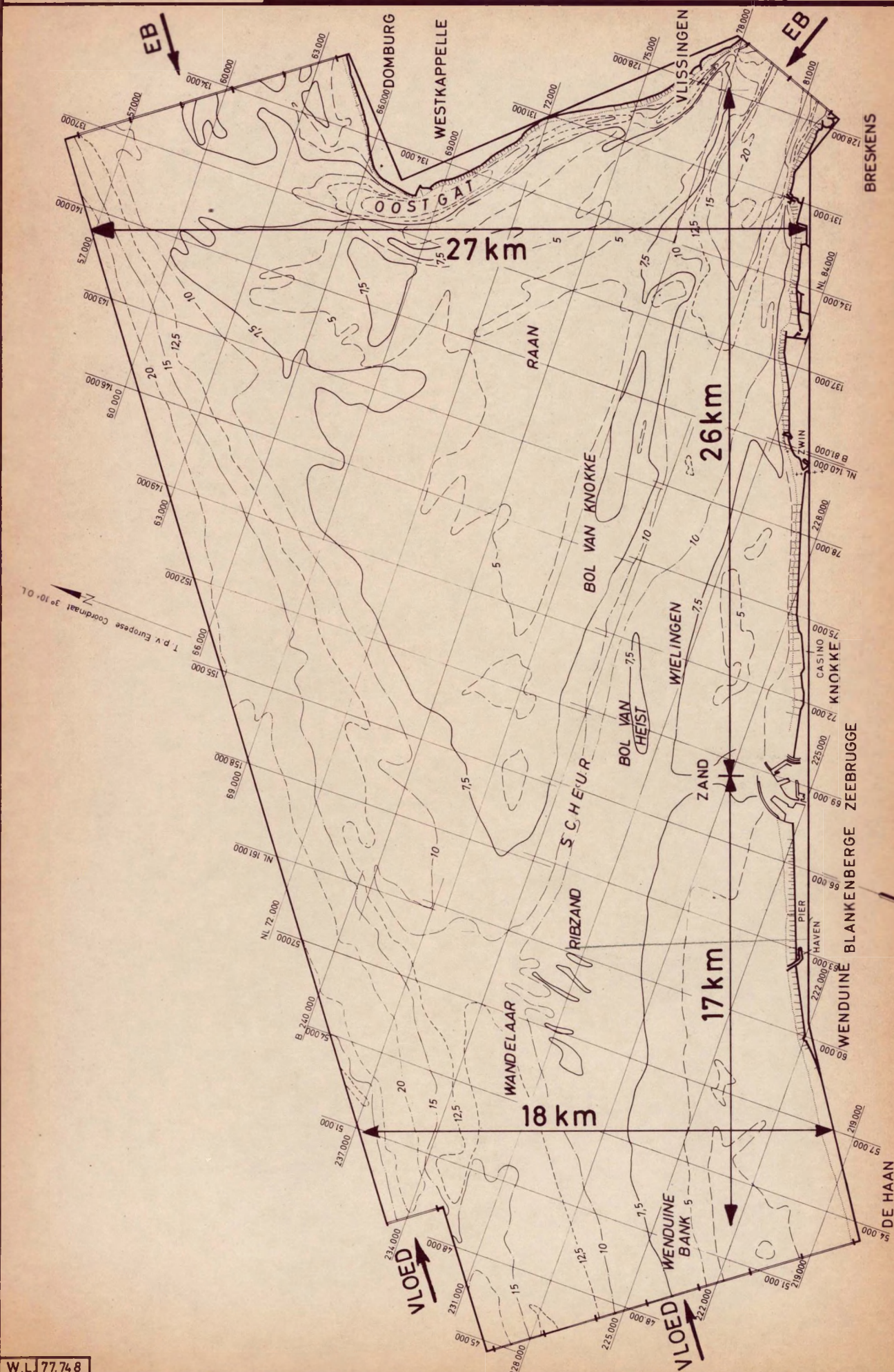
SCHALEN: Plan: 1/200.000

Model Horizontaal 1/1.000

Vertikaal 1/125

LIGGINGSPLAN VAN HET PERMANENTIE-
OVERZICHTSMODEL VAN DE KUST

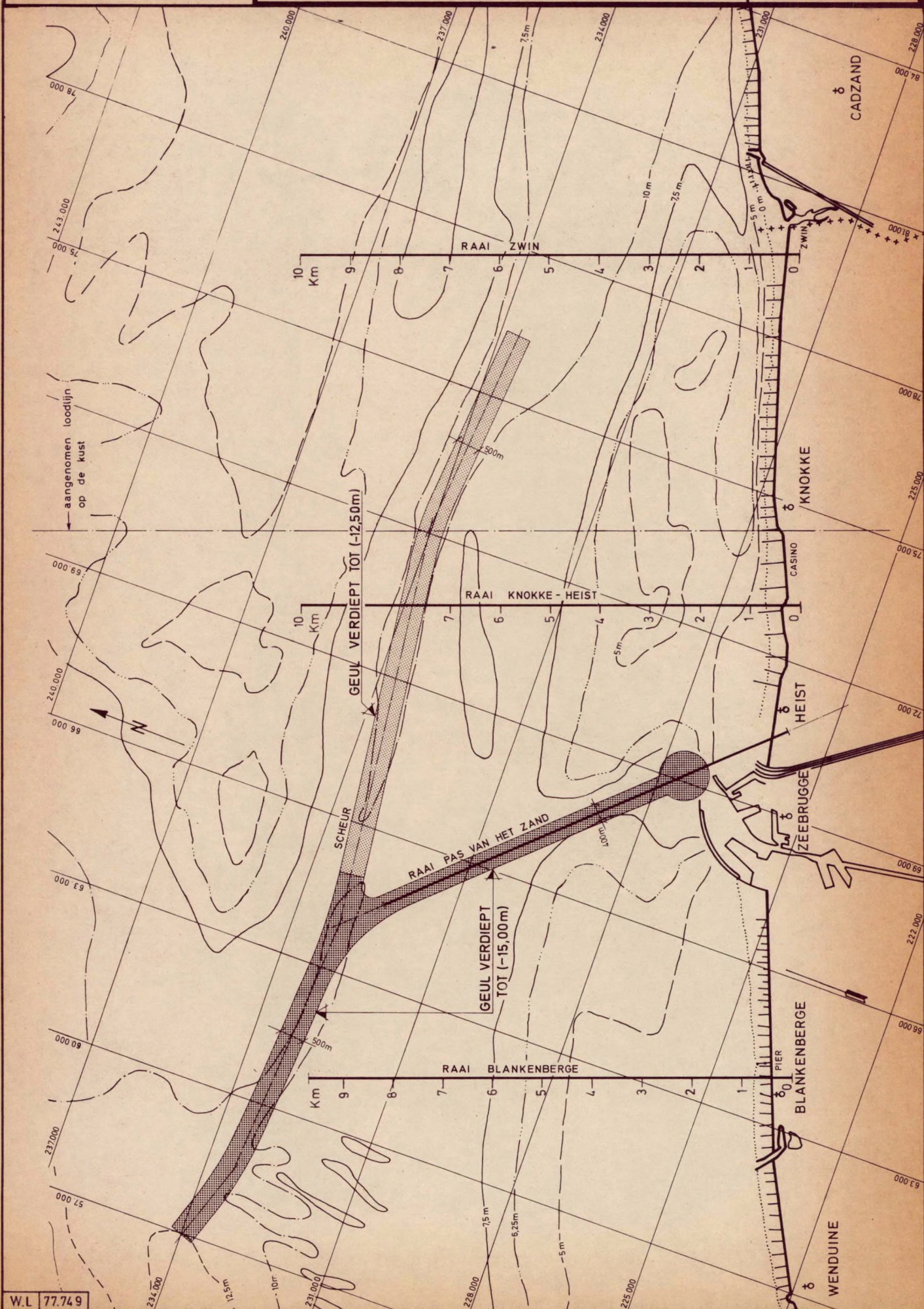
Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



SCHAAL: 1/100 000

GEVOELIGHEIDSANALYSE UITBOUWGROOTTE
LIGGING VAARGEULEN EN RAAIEN

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

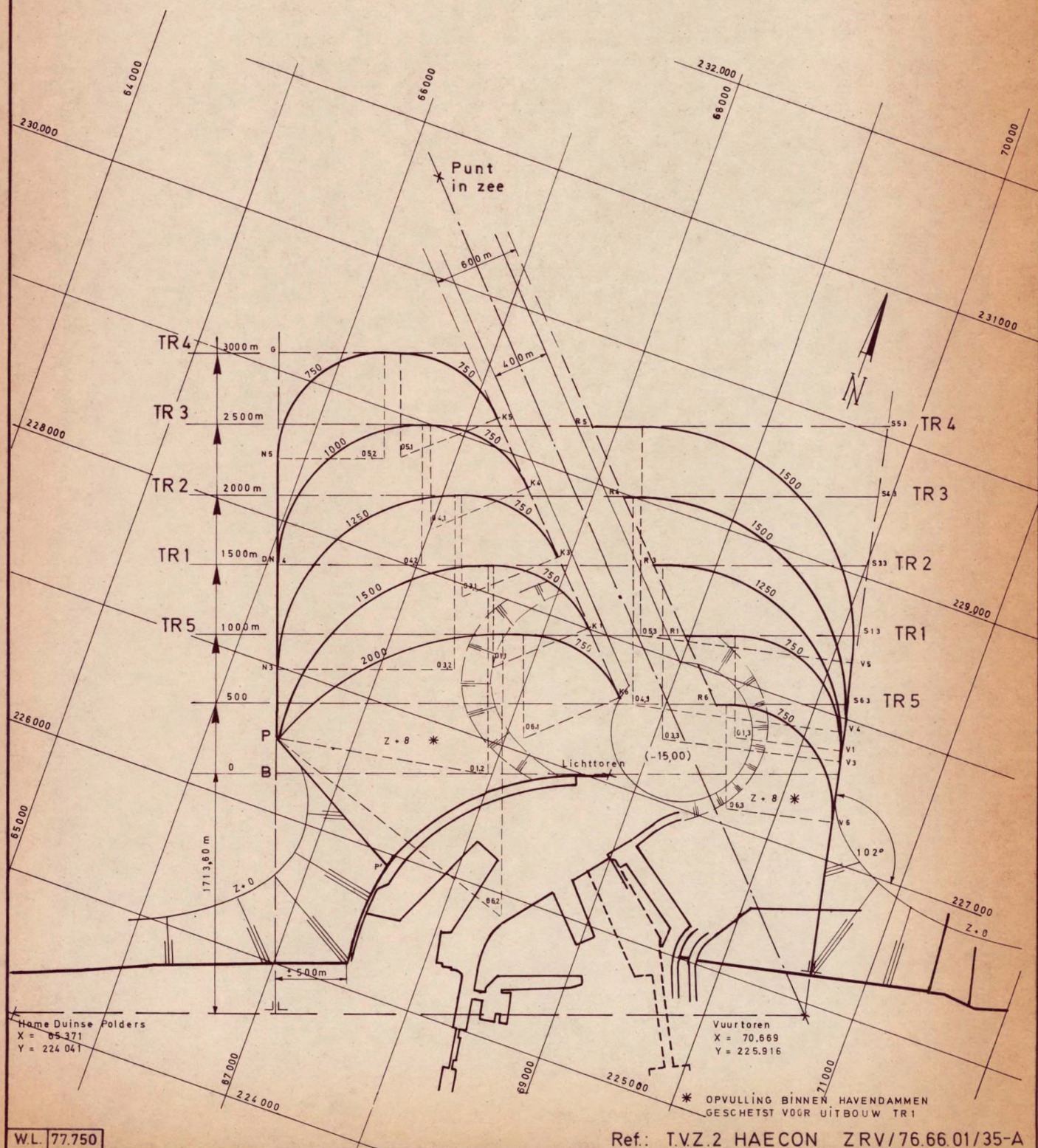




SCHAAL : 1/40.000

Lambert projectie

GEVOELIGHEIDSANALYSE TOESTANDEN ONDERZocht
TIJDENS 1° FASE (1000, 1500, 2000, 2500, 3000 m)





WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

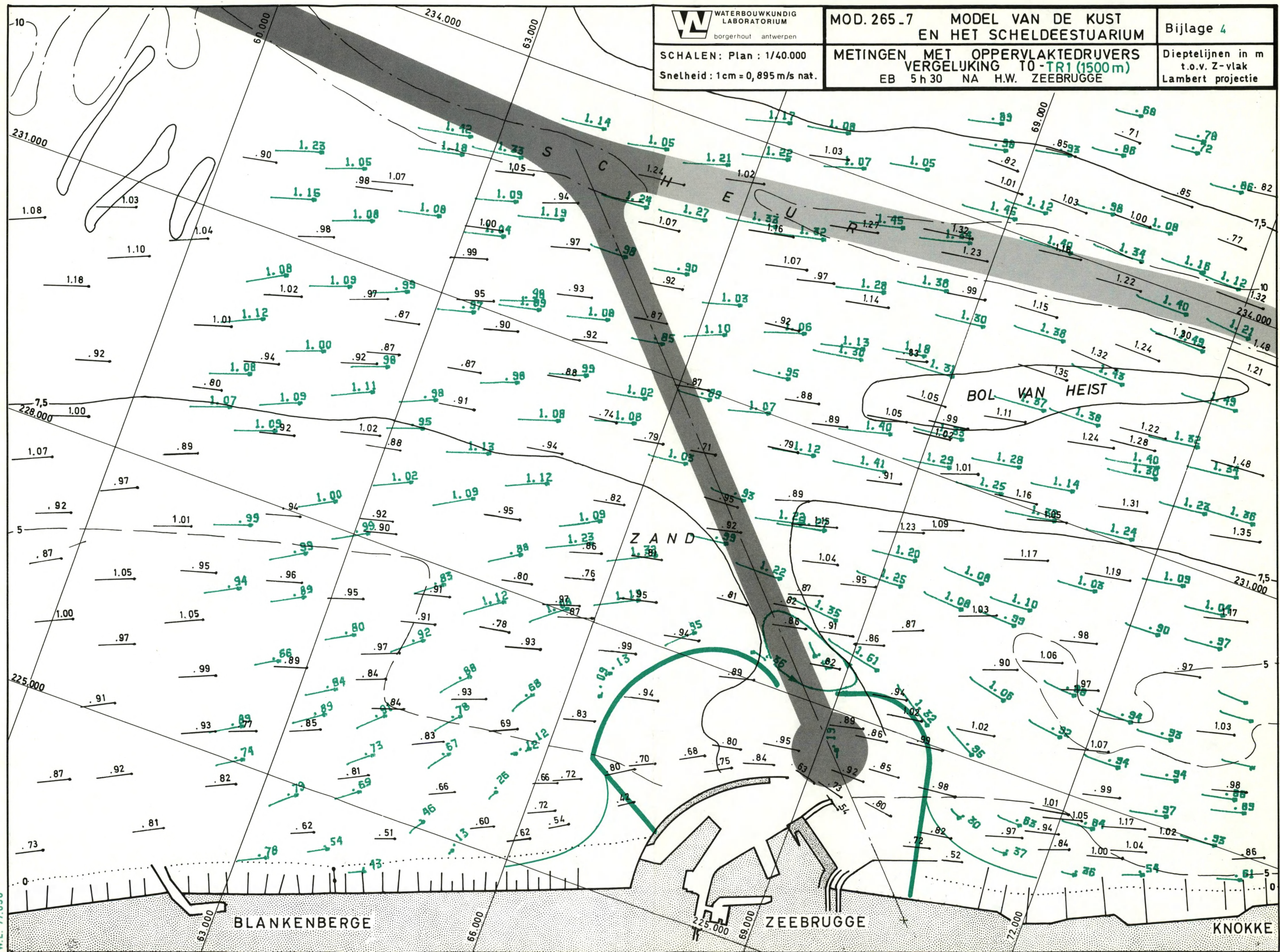
SCHALEN: Plan : 1/40.000
Snelheid : 1cm = 0,895 m/s nat.

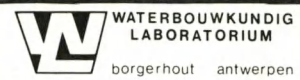
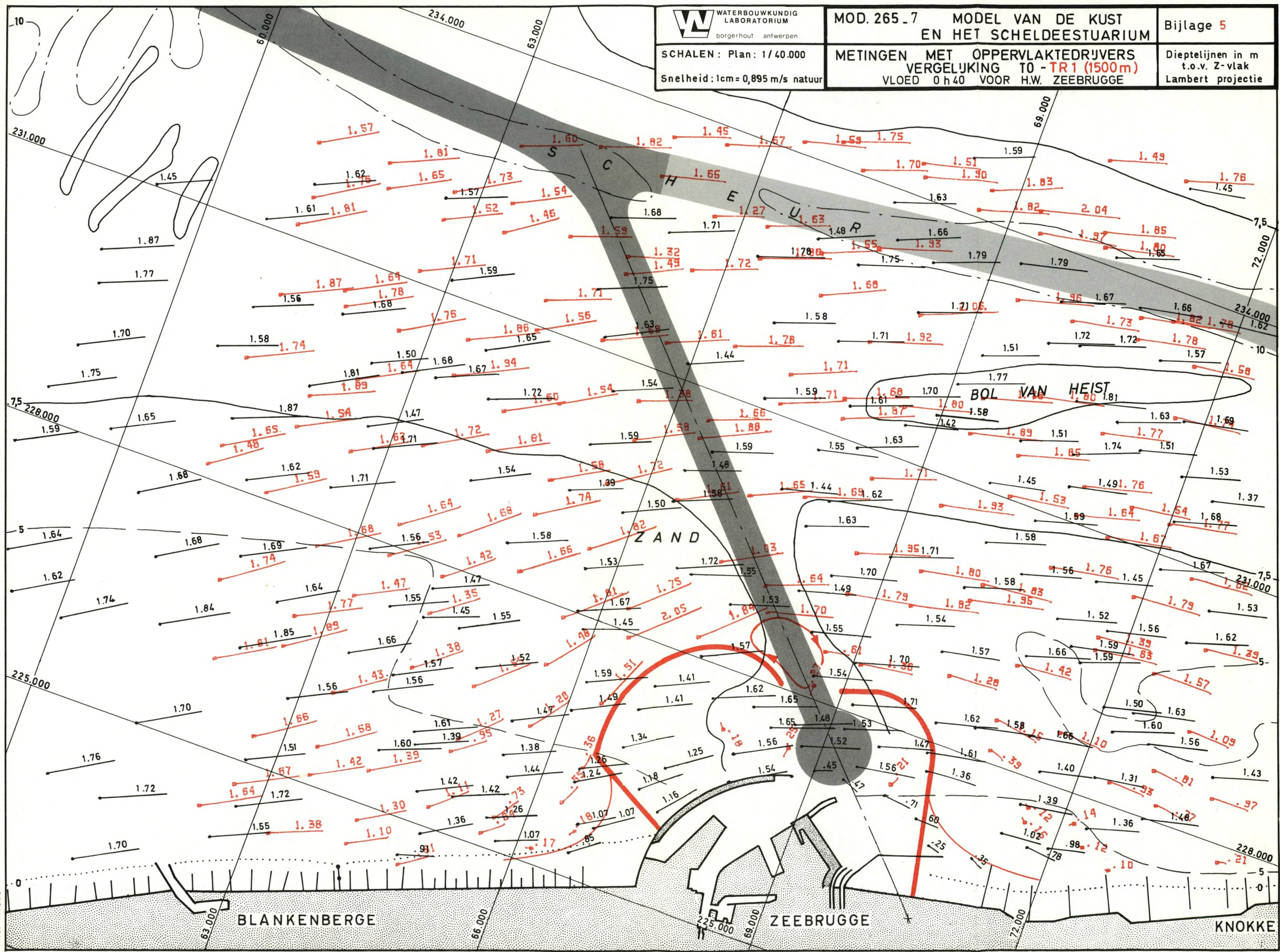
MOD.265-7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRUIVERS
VERGELIJKING TO-TR1 (1500m)
EB 5h30 NA H.W. ZEEBRUGGE

Bijlage 4

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie





SCHALEN: Plan: 1/40.000
Snelheid: 1cm = 0,895 m/s natuur

MOD. 265.7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VERGELIJKING TO - TR 1 (1500m)
VLOED 0 h 40 VOOR H.W. ZEEBRUGGE

Bijlage 5

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie

W.L. 77.659



WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

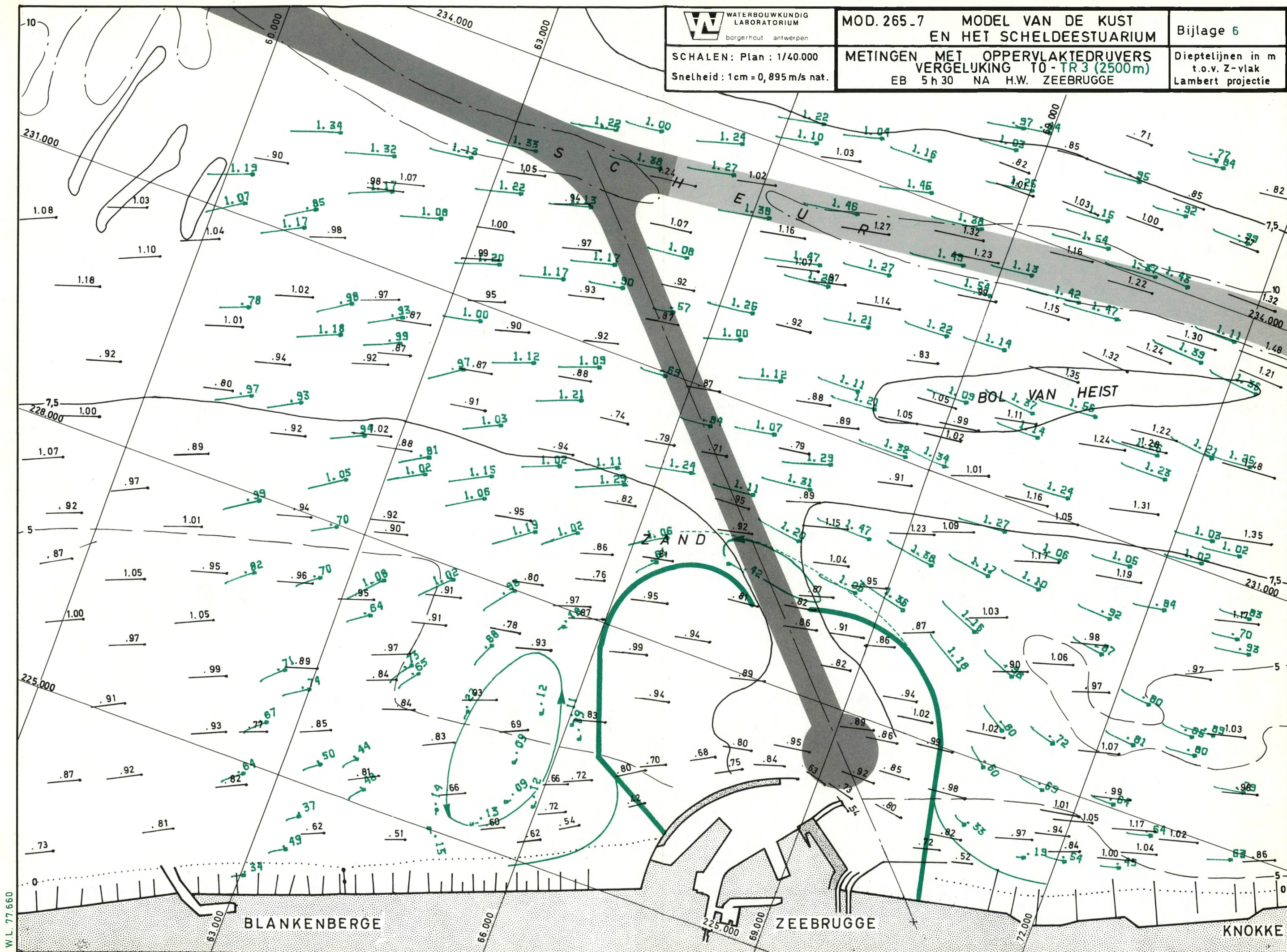
MOD. 265_7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

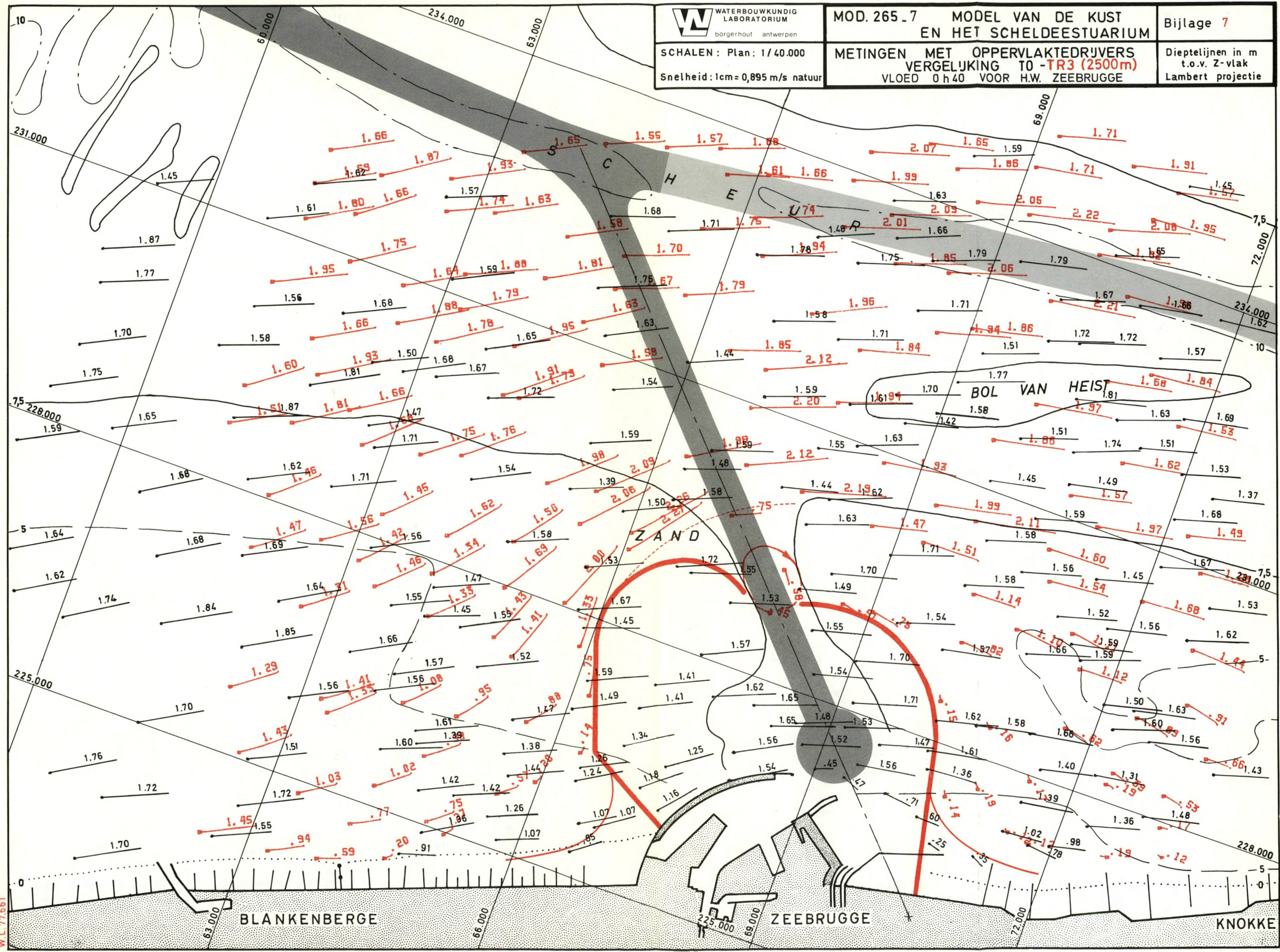
Bijlage 6

SCHALEN: Plan : 1/40.000
Snelheid : 1cm = 0,895 m/s nat.

METINGEN MET OPPERVLAKTIEDRUIVERS
VERGELUKING TO - TR 3 (2500m)
EB 5h30 NA H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie





W WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

SCHALEN: Plan: 1/40.000
Snelheid: 1cm = 0,895 m/s natuur

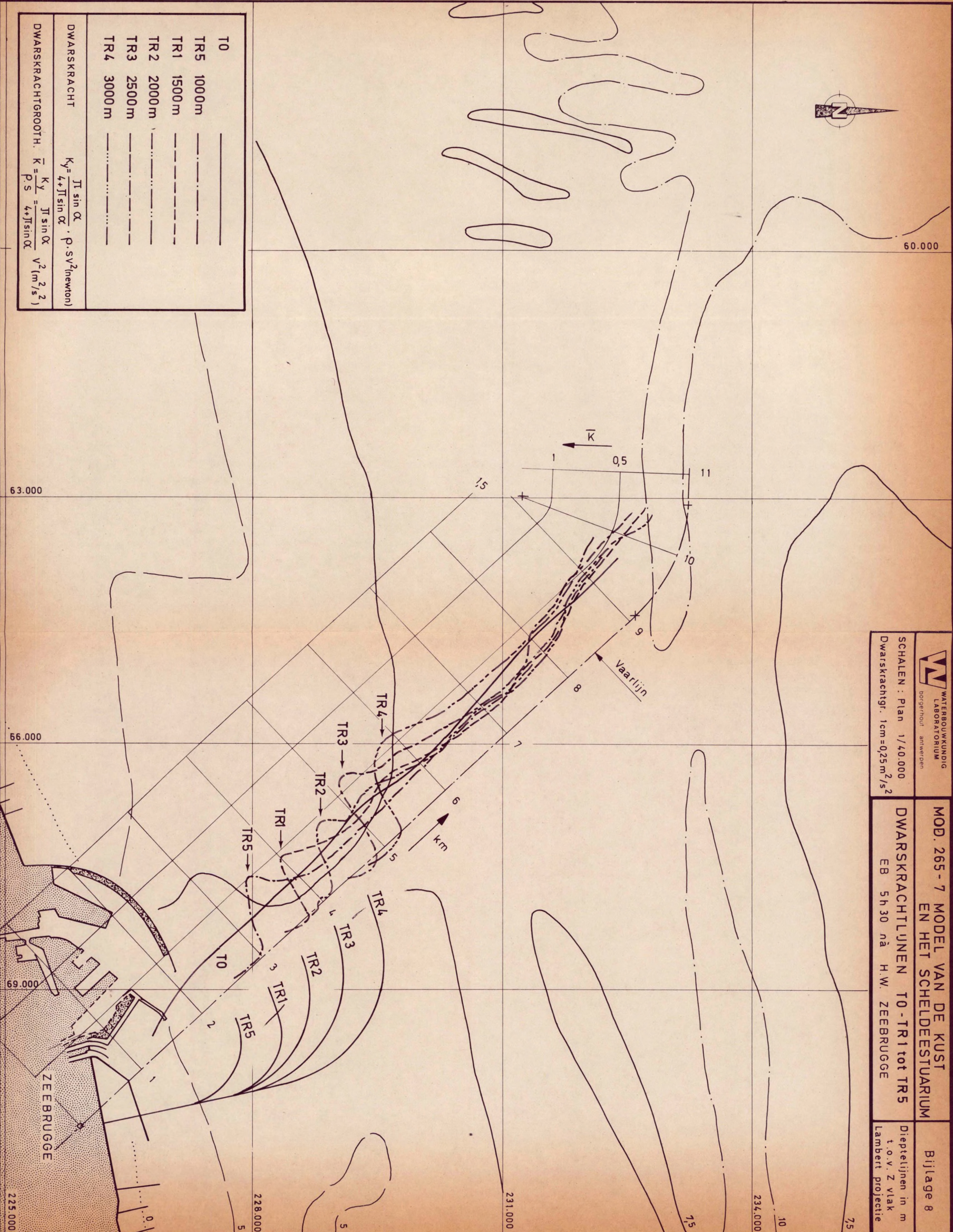
MOD. 265_7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VERGELIJKING TO -TR3 (2500m)
VLOED 0 h 40 VOOR H.W. ZEEBRUGGE

Bijlage 7

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie

W.L. 77661



T0	_____
TR5	1000m
TR1	1500m
TR2	2000m
TR3	2500m
TR4	3000m

DWARSKRACHT	$K_y = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot \rho \cdot s \cdot v^2_{(newton)}$
DWARSKRACHTGROOTH.	$\bar{K} = \frac{K_y}{\rho \cdot s} = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot v^2_{(m^2/s^2)}$



WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
dordrecht - antwerpen

MOD. 265-7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

SCHALEN : Plan 1/40.000
Dwarskrachtgr. 1cm=0,25m²/s²

DWARSKRACHTLIJNEN T0-TR1 tot TR5
EB 5h30 ná H.W. ZEEBRUGGE

Bijlage 8

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

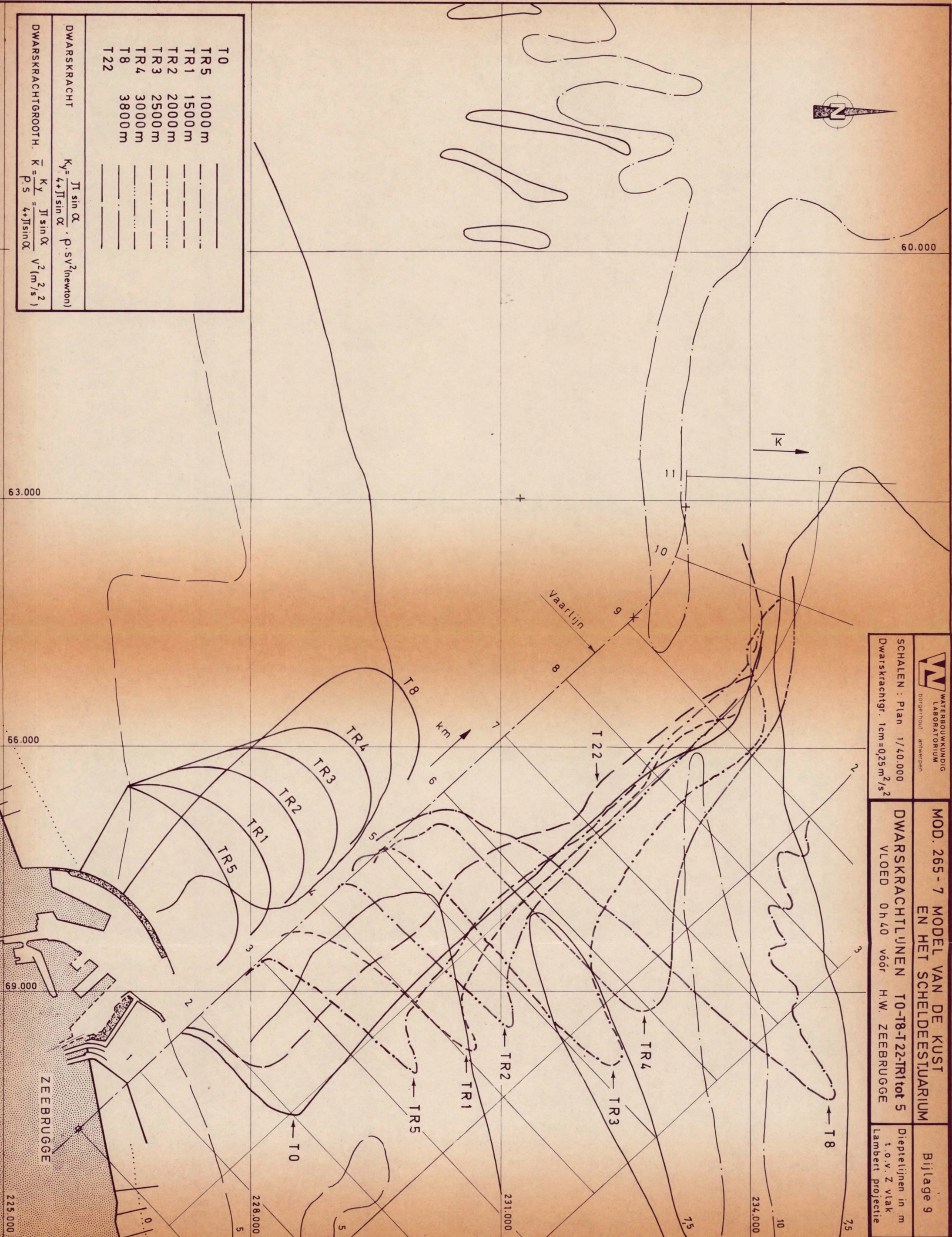
SCHALEN : Plan 1/40.000
Dwarskrachtgr. 1cm=0,25 m²/s²

DWARSKRACHTLIJNEN T0-T8-T22-T1 tot 5
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

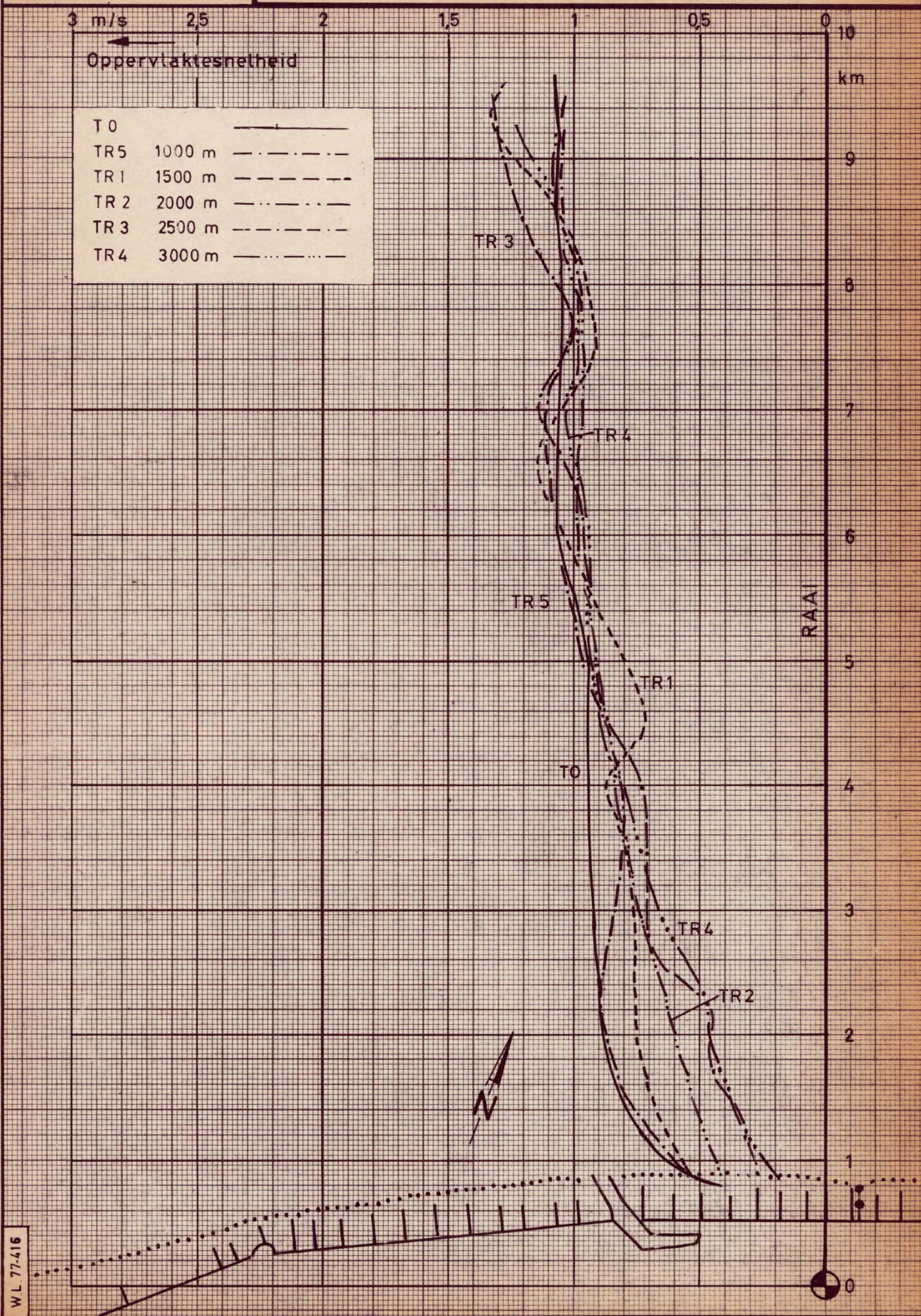


W.L. 77.301

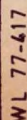


schaal: plan 1/40.000

GEVOELIGHEIDSANALYSE : SNELHEIDSPROFIEL LANGS
DE RAAI BLANKENBERGE VOOR T0 en TR1-2-3-4-5
EB 5h30 na HW. ZEEBRUGGE



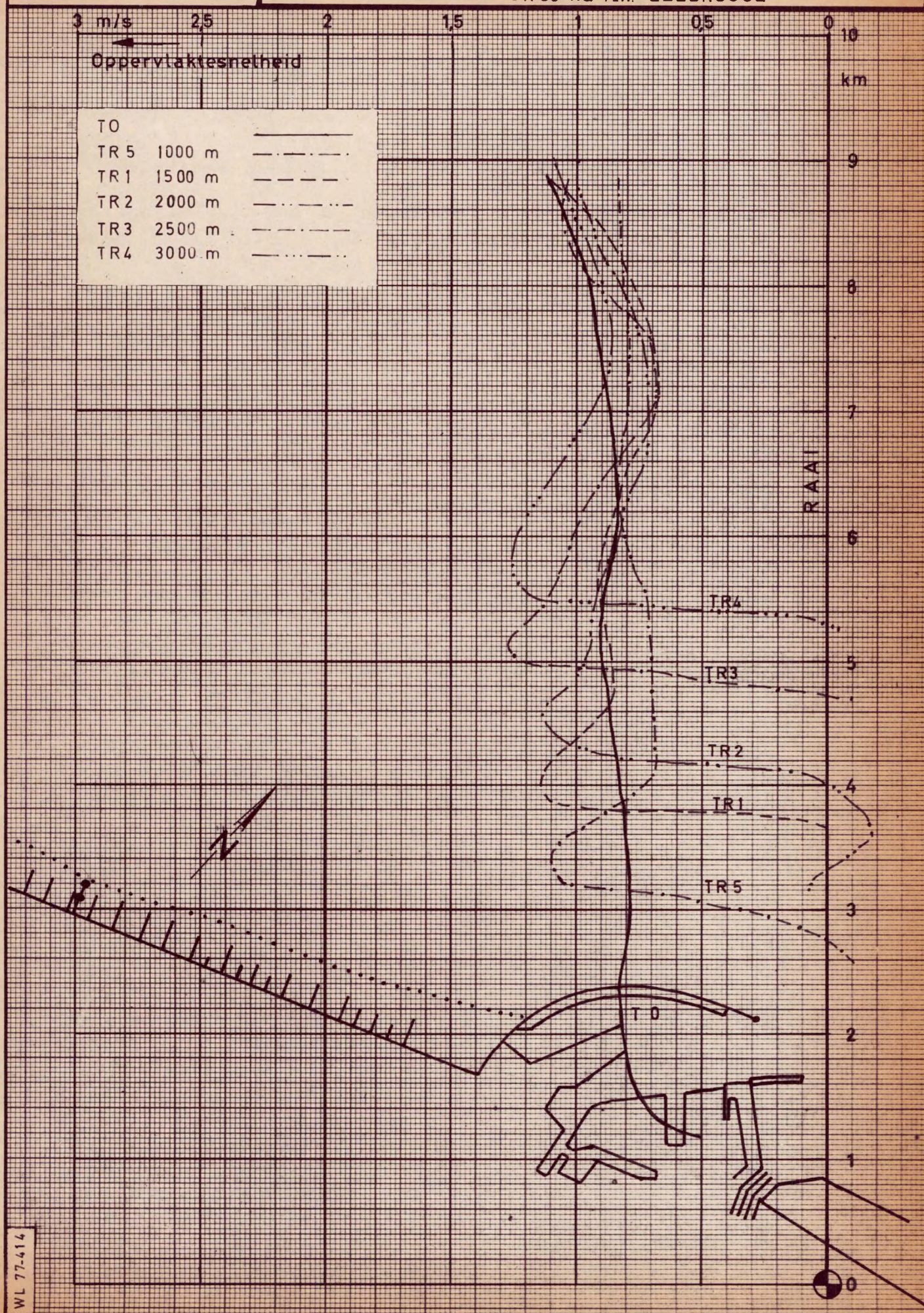
GEVOELIGHEIDSANALYSE : SNELHEIDSPROFIEL LANGS
DE RAAI BLANKENBERGE VOOR T0 en TR1-2-3-4-5
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE





schaal:plan 1/40000

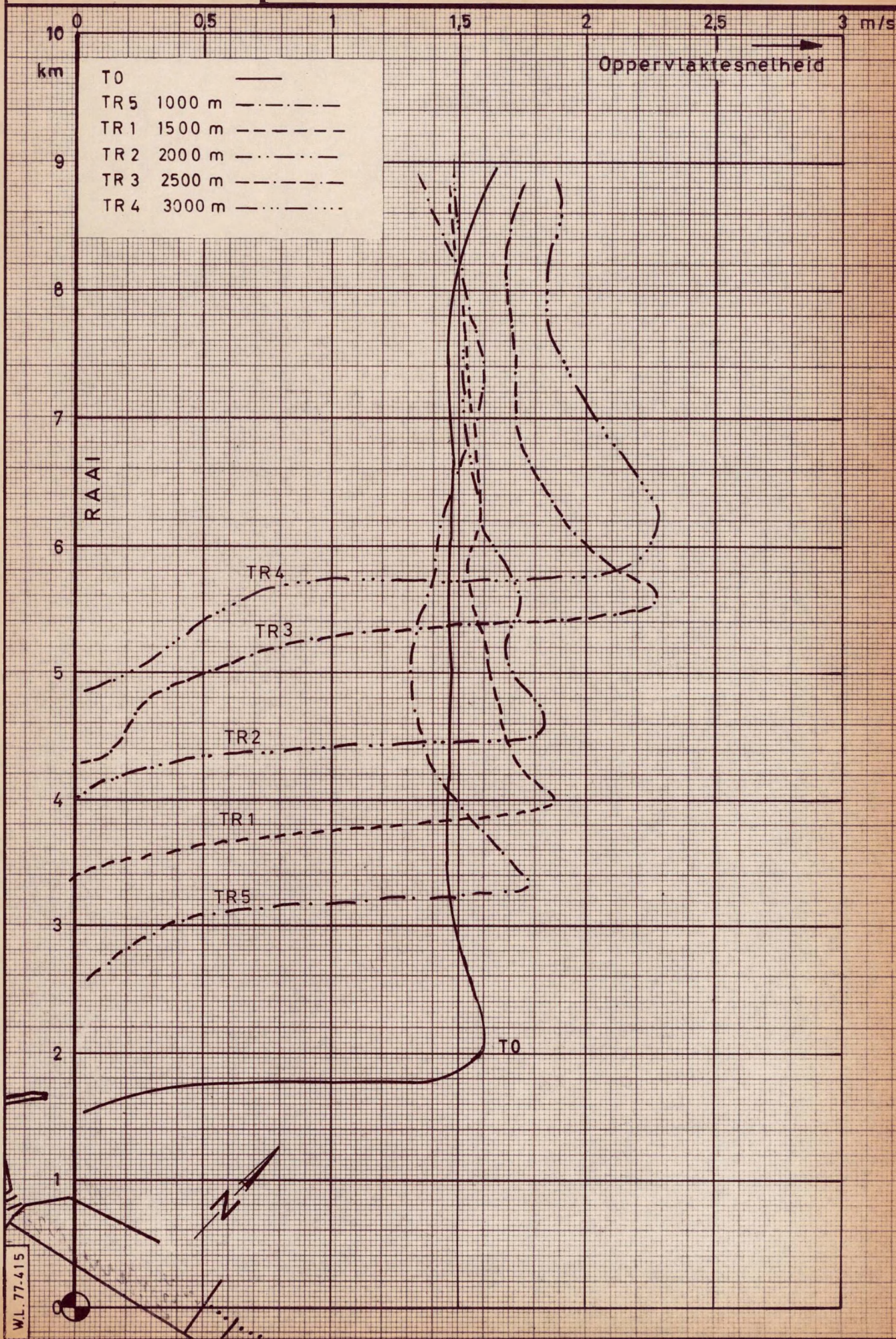
GEVOELIGHEIDSANALYSE : SNELHEIDSPROFIEL LANGS
DE RAAI PAS VAN HET ZAND VOOR T0 en TR1-2-3-4-5
EB 5h30 na HW. ZEEBRUGGE





schaal: plan 1/40000

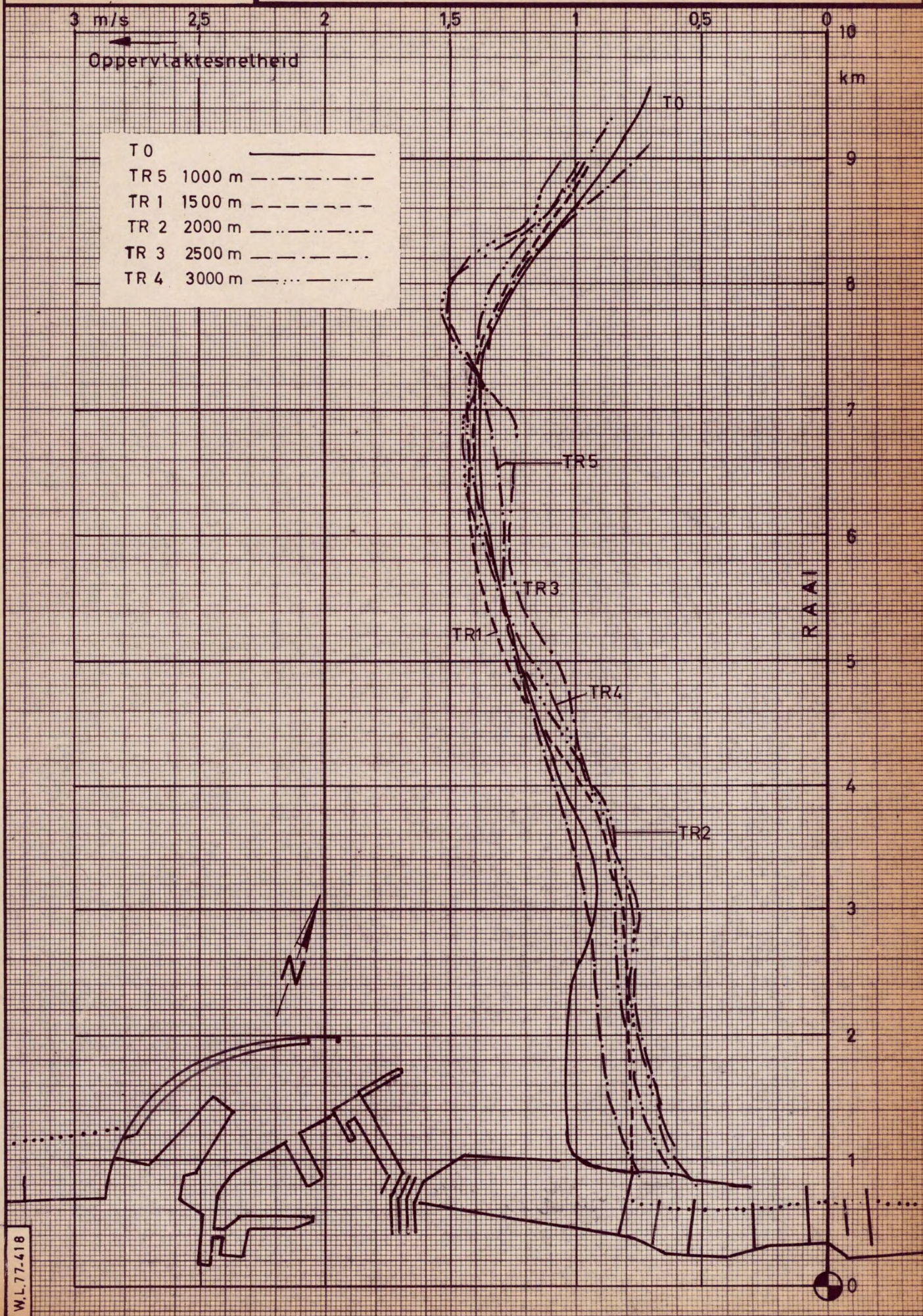
GEVOELIGHEIDSANALYSE : SNELHEIDSPROFIEL LANGS
DE RAAI PAS VAN HET ZAND VOOR T0 en TR1-2-3-4-5
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE





schaal: plan 1/40.000

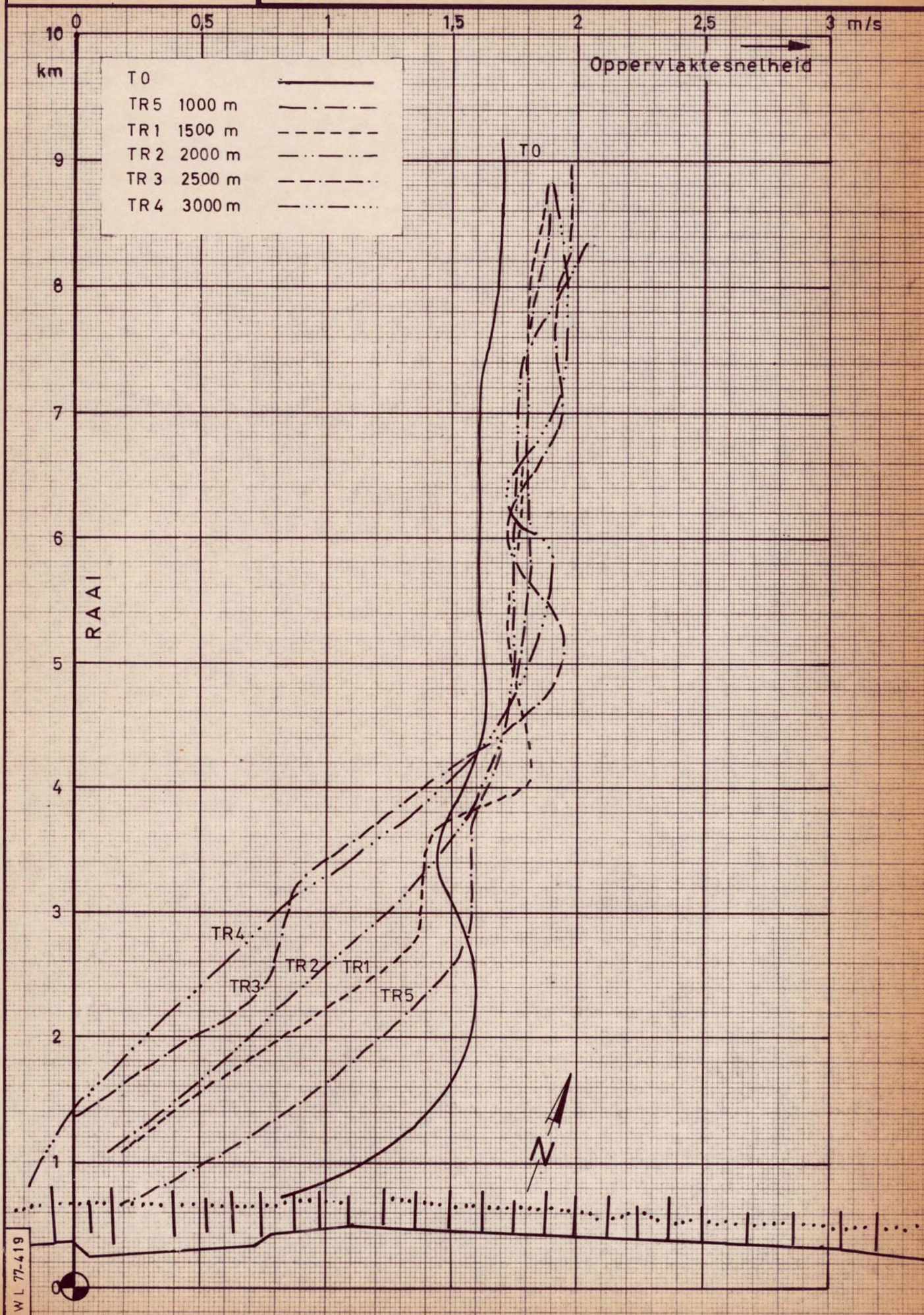
GEVOELIGHEIDSANALYSE : SNELHEIDSPROFIEL LANGS
DE RAAI KNOKKE-HEIST VOOR T0 en TR1-2-3-4-5
EB 5h30 na HW. ZEEBRUGGE





schaal: plan 1/40.000

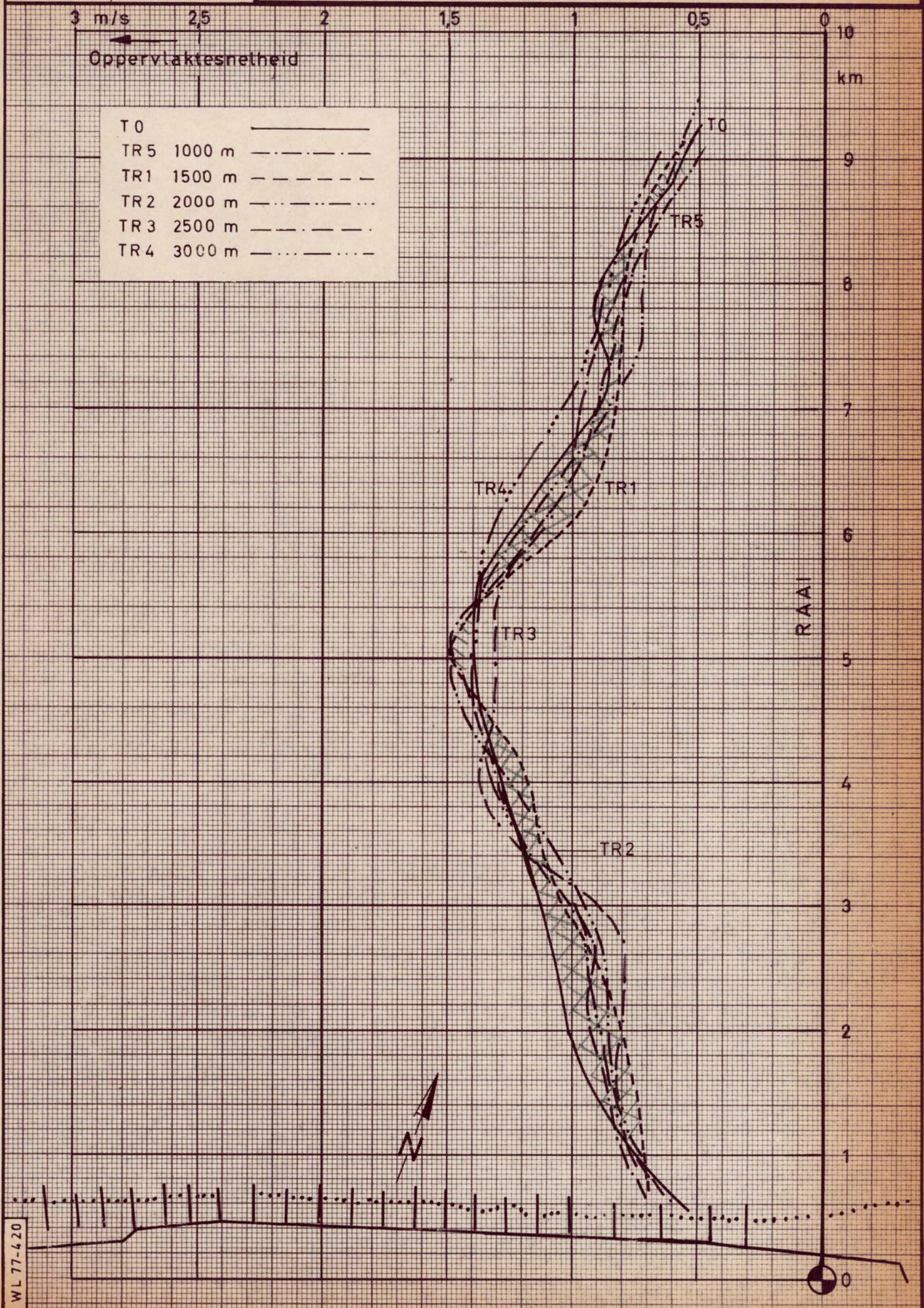
GEVOELIGHEIDSANALYSE : SNELHEIDSPROFIEL LANGS
DE RAAI KNOKE-HEIST VOOR T0 en TR1-2-3-4-5
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE





schaal: plan 1/40.000

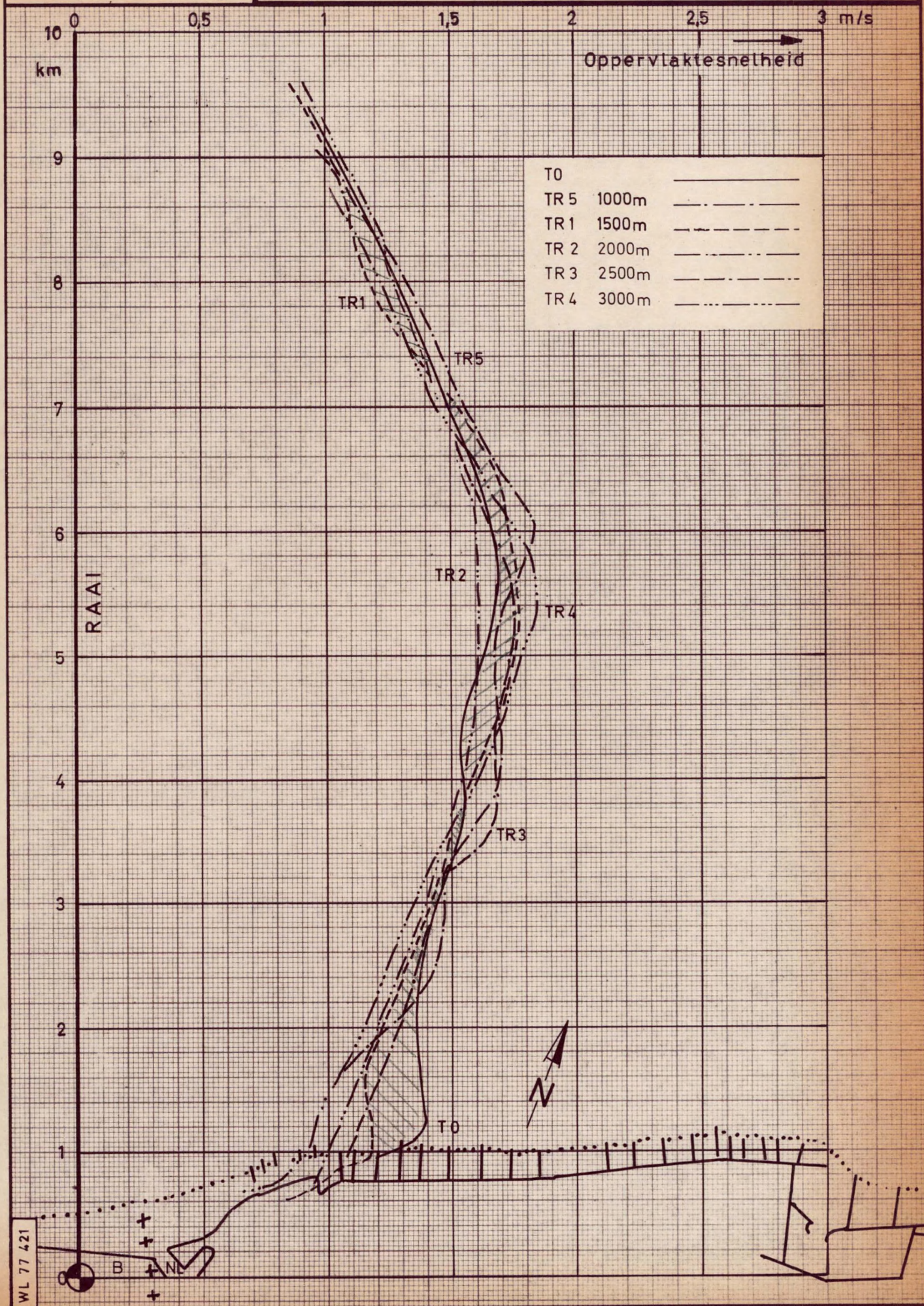
GEVOELIGHEIDSANALYSE : SNELHEIDSPROFIEL LANGS
DE RAAI ZWIN VOOR T0 en TR1-2-3-4-5
EB 5h30 na HW. ZEEBRUGGE





schaal: plan 1/40.000

GEVOELIGHEIDSANALYSE : SNELHEIDSPROFIEL LANGS
DE RAAI ZWIN VOOR T0 en TR1-2-3-4-5
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

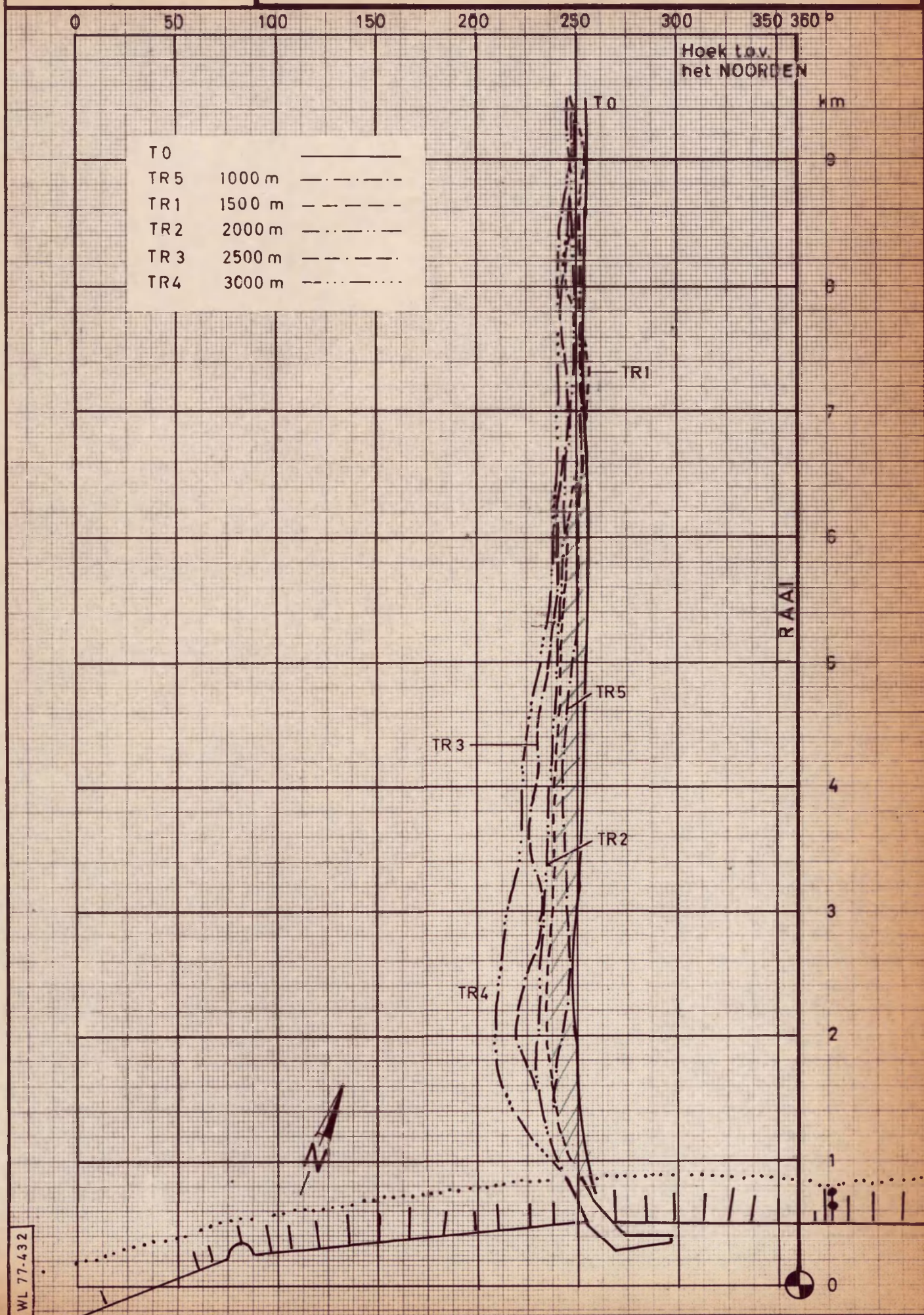




schaal: plan 1/40.000

GEVOELIGHEIDSANALYSE : VERLOOP VAN DE STROOMRICHTING
LANGS DE RAAI BLANKENBERGE VOOR T0 en TR1-2-3-4-5

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE

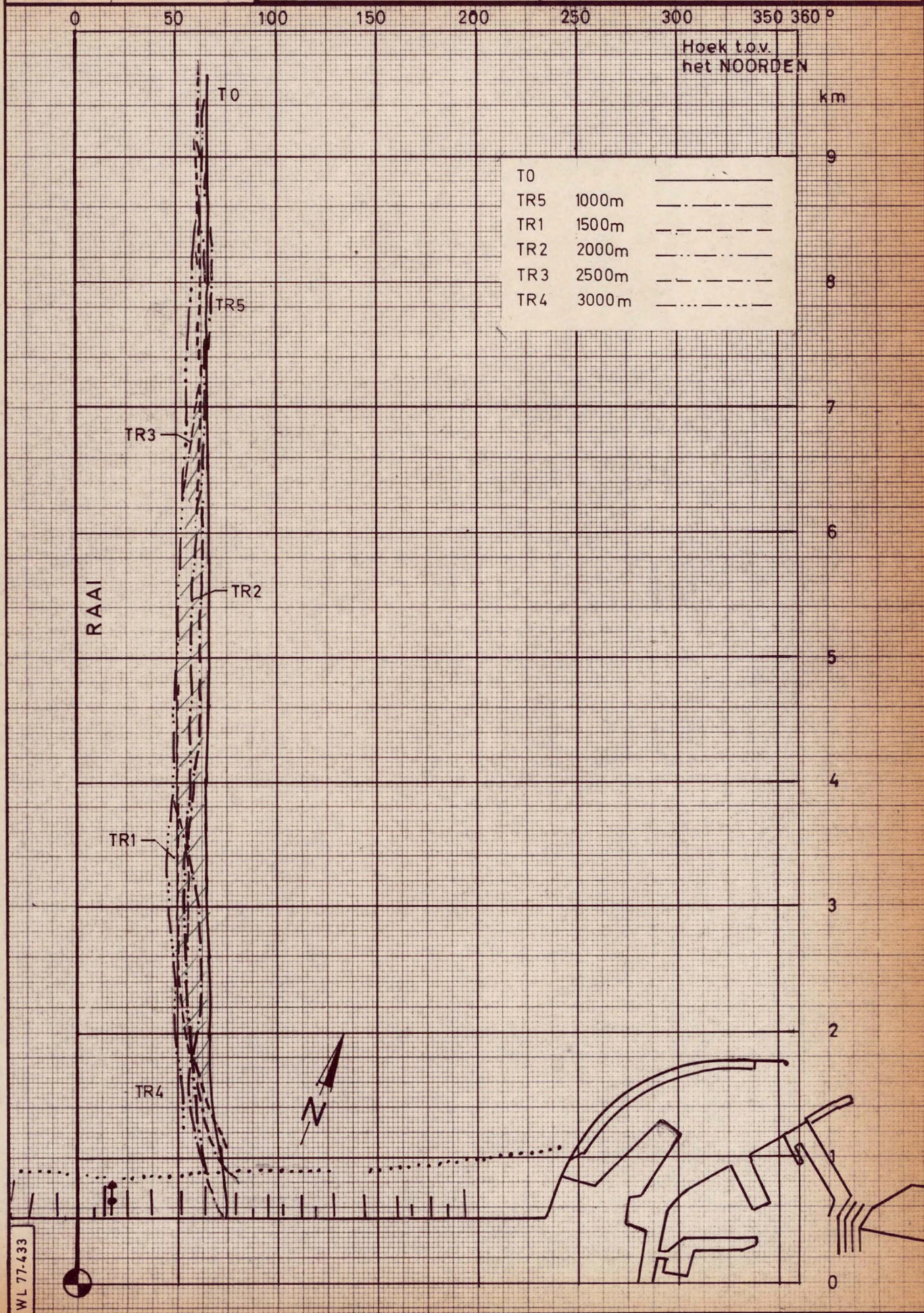




schaal: plan 1/40.000

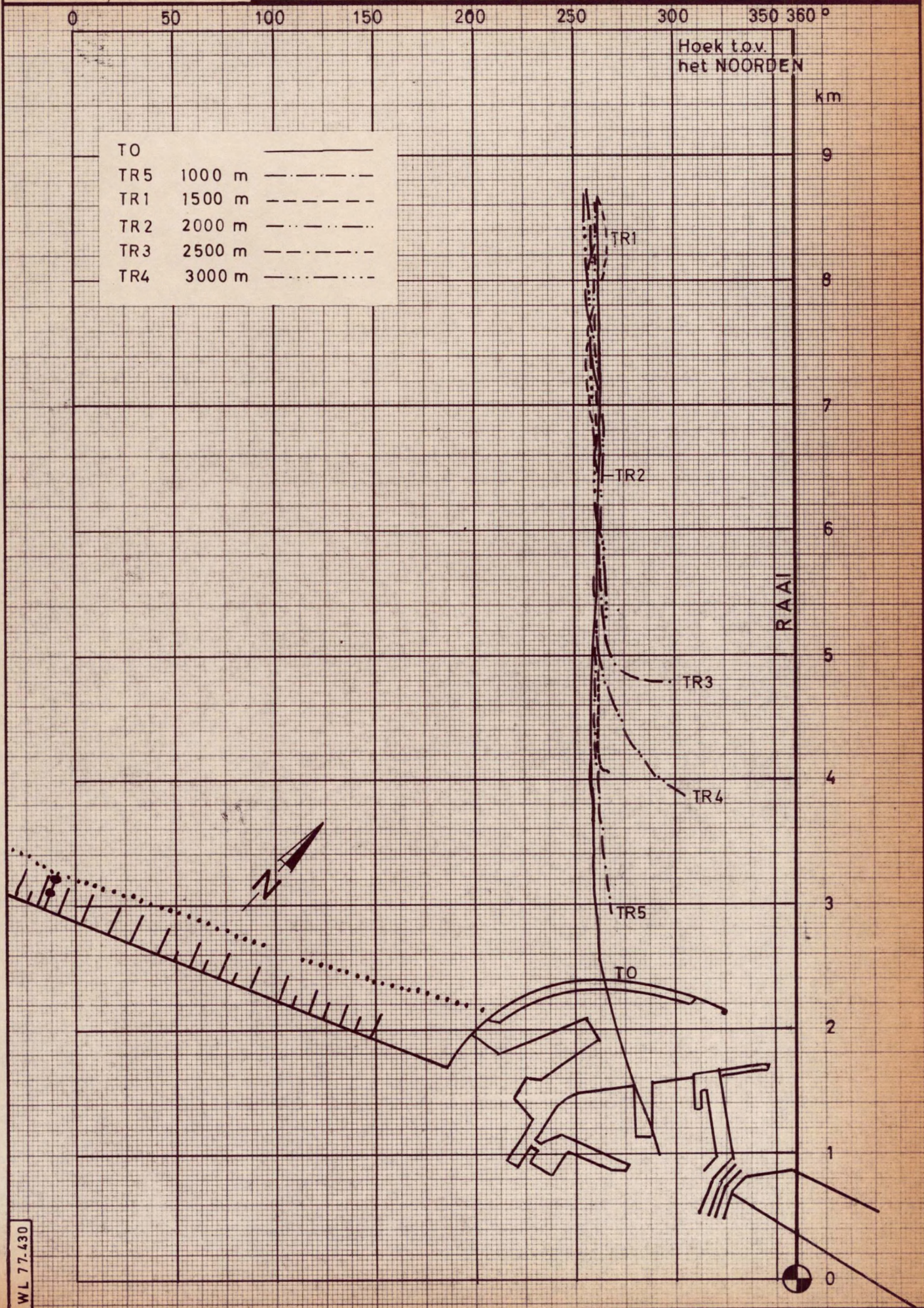
GEVOELIGHEIDSANALYSE : VERLOOP VAN DE STROOMRICHTING
LANGS DE RAAI BLANKENBERGE VOOR T0 en TR1-2-3-4-5

VLOED 0h40 VOOR ZEEBRUGGE



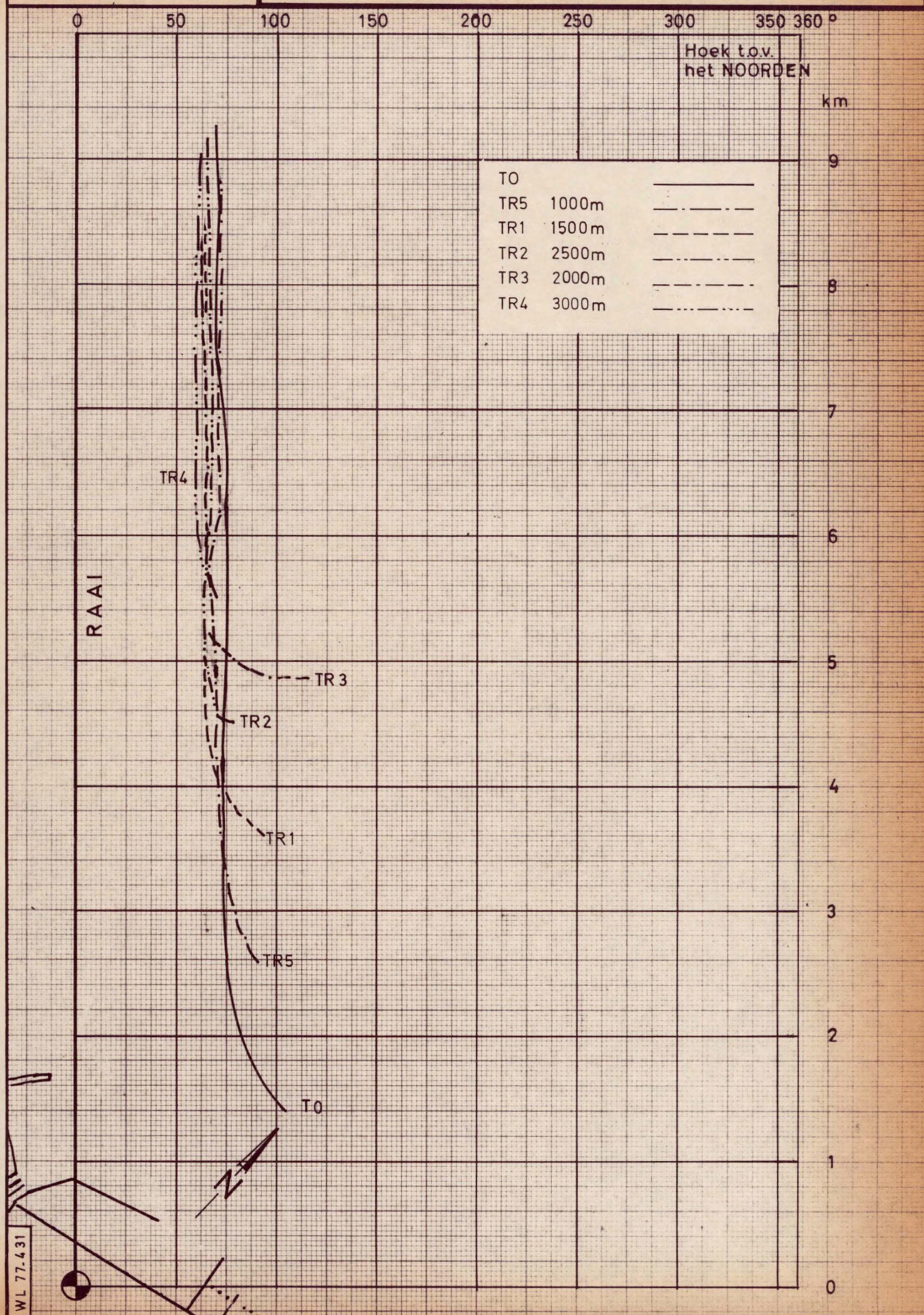
schaal:plan 1/40.000

GEVOELIGHEIDSANALYSE : VERLOOP VAN DE STROOMRICHTING
LANGS DE RAAI PAS VAN HET ZAND VOOR T0 en TR1-2-3-4-5
EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



schaal: plan 1/40.000

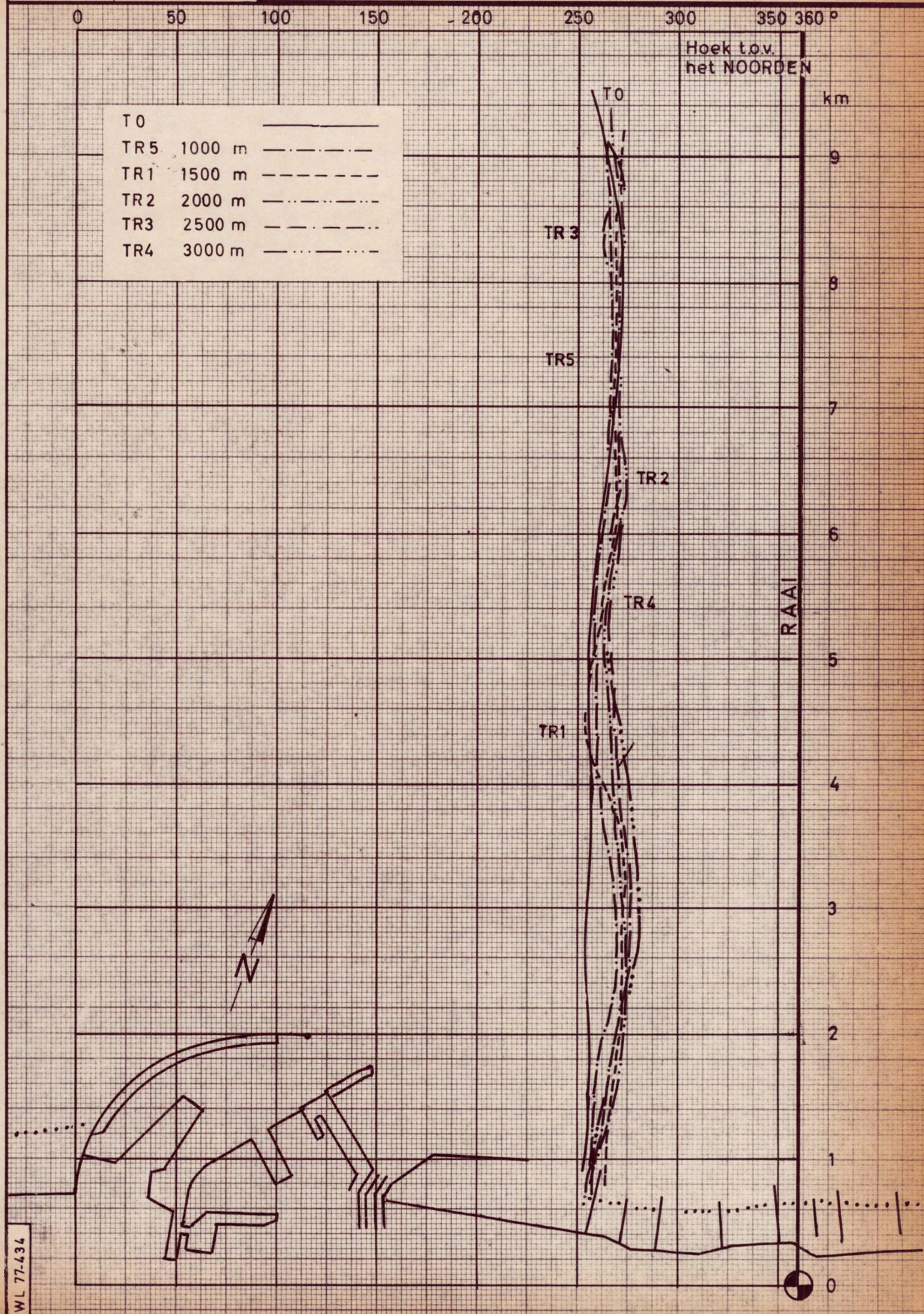
GEVOELIGHEIDSANALYSE : VERLOOP VAN DE STROOMRICHTING
LANGS DE RAAI PAS VAN HET ZAND VOOR T0 en TR1-2-3-4-5
VLOED 0h40 VOOR HW ZEEBRUGGE



schaal: plan 1/40.000

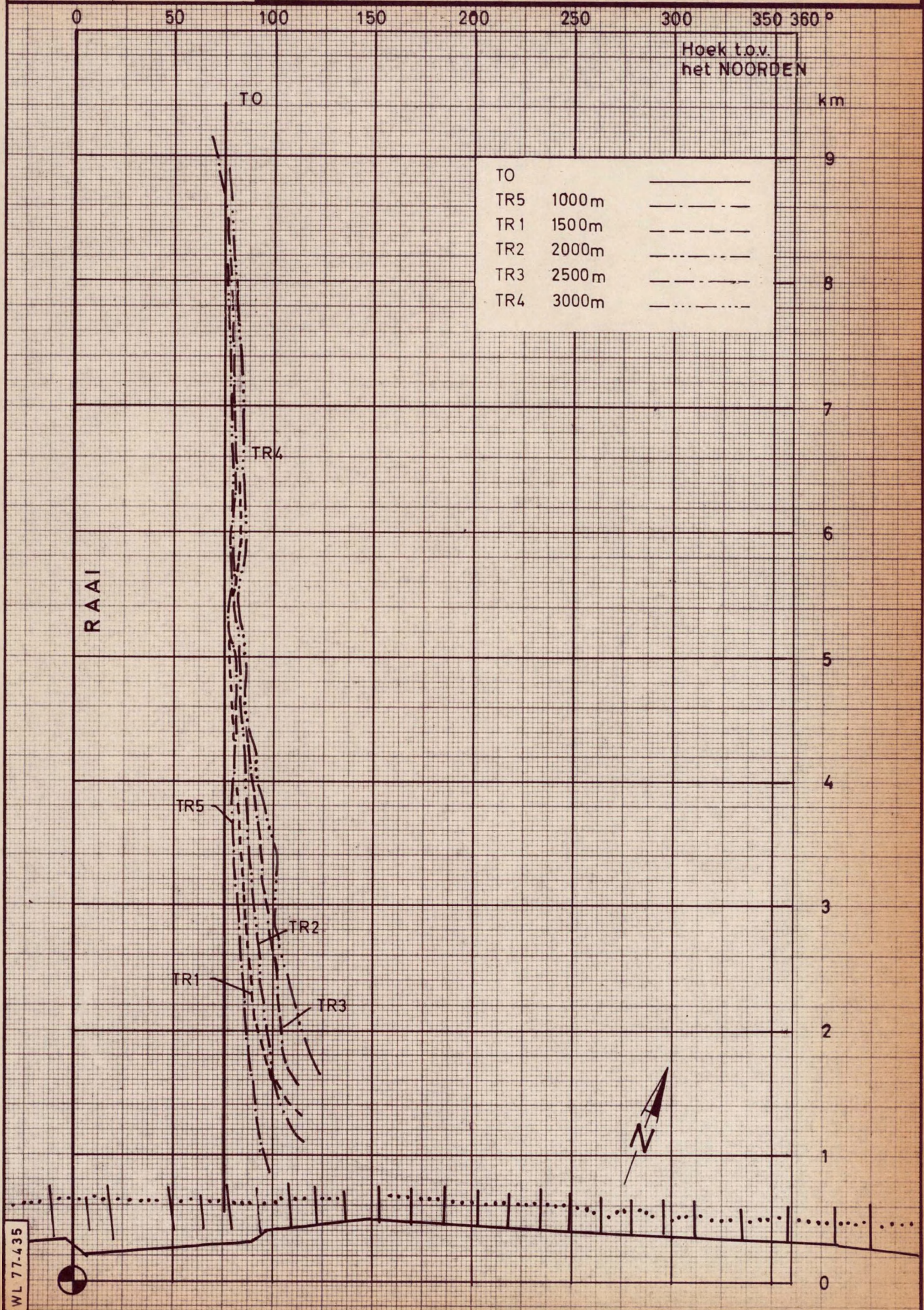
GEVOELIGHEIDSANALYSE : VERLOOP VAN DE STROOMRICHTING
LANGS DE RAAI KNOKKE - HEIST VOOR T0 en TR1-2-3-4-5

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



schaal: plan 1/40.000

GEVOELIGHEIDSANALYSE : VERLOOP VAN DE STROOMRICHTING
LANGS DE RAAI KNOKKE HEIST VOOR T0 en TR1-2-3-4-5
VLOED 0h40 VOOR H.W. ZEEBRUGGE





WATERBOUWKUNIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

MOD.265_7

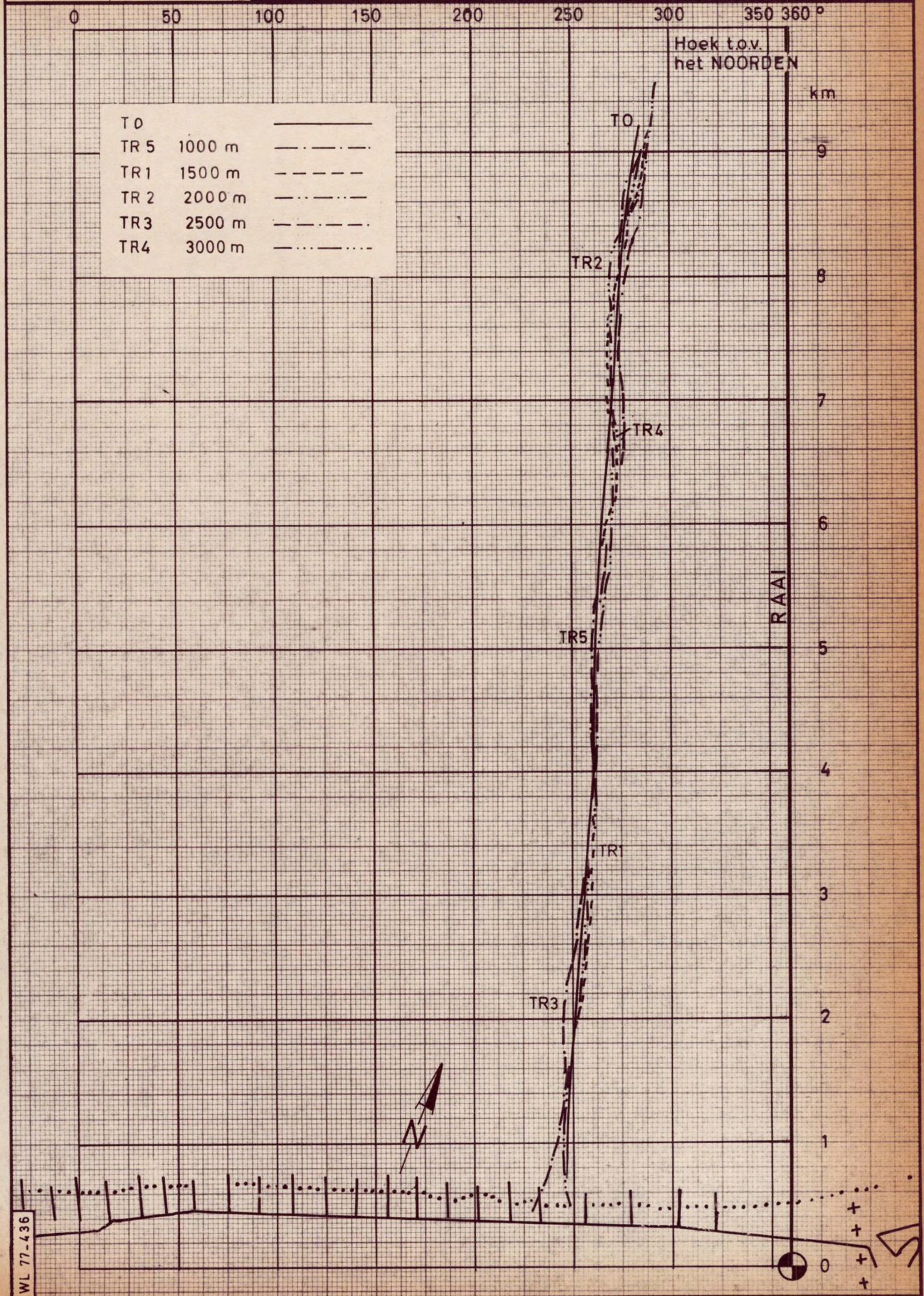
MODEL VAN DE KUST EN
HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 24.

schaal: plan 1/40.000

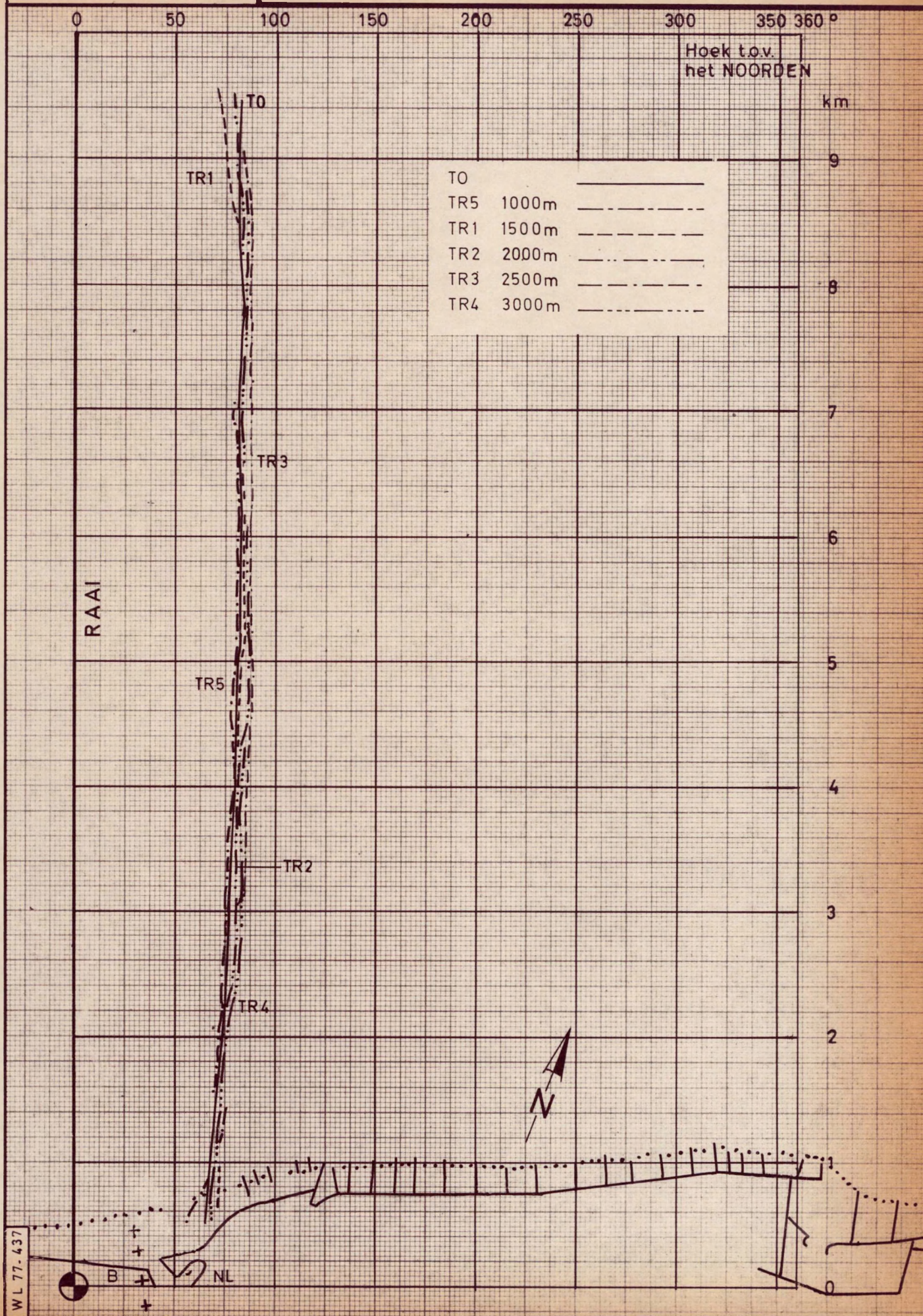
GEVOELIGHEIDSANALYSE : VERLOOP VAN DE STROOMRICHTING
LANGS DE RAAI ZWIN VOOR T0 en TR1-2-3-4-5

EB 5h30 na HW ZEEBRUGGE



schaal: plan 1/40.000

GEVOELIGHEIDSANALYSE : VERLOOP VAN DE STROOMRICHTING
LANGS DE RAAI ZWIN VOOR T0 en TR1-2-3-4-5
VLOED 0h40 VOOR HW ZEEBRUGGE



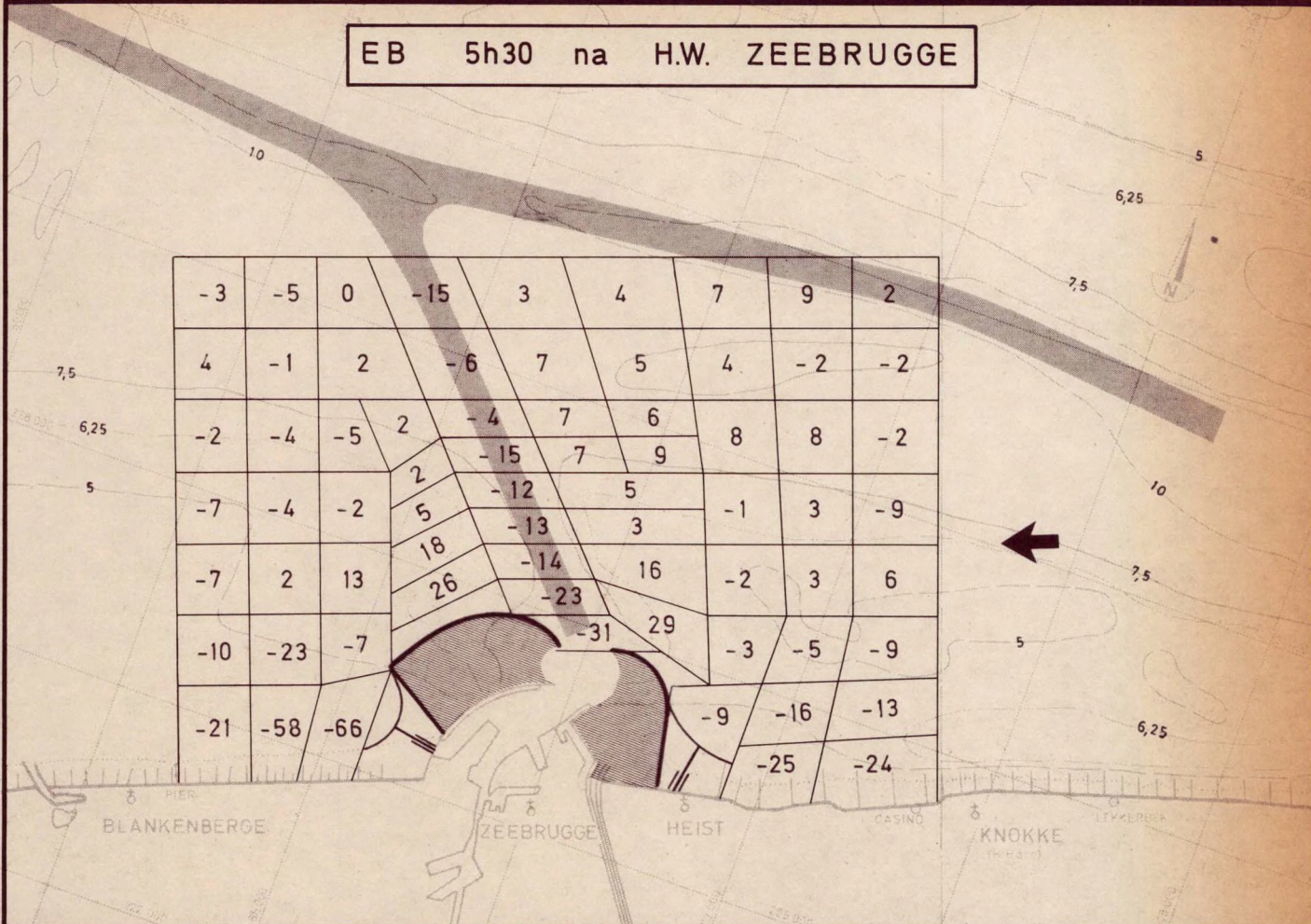


SCHAAL : 1 / 100.000

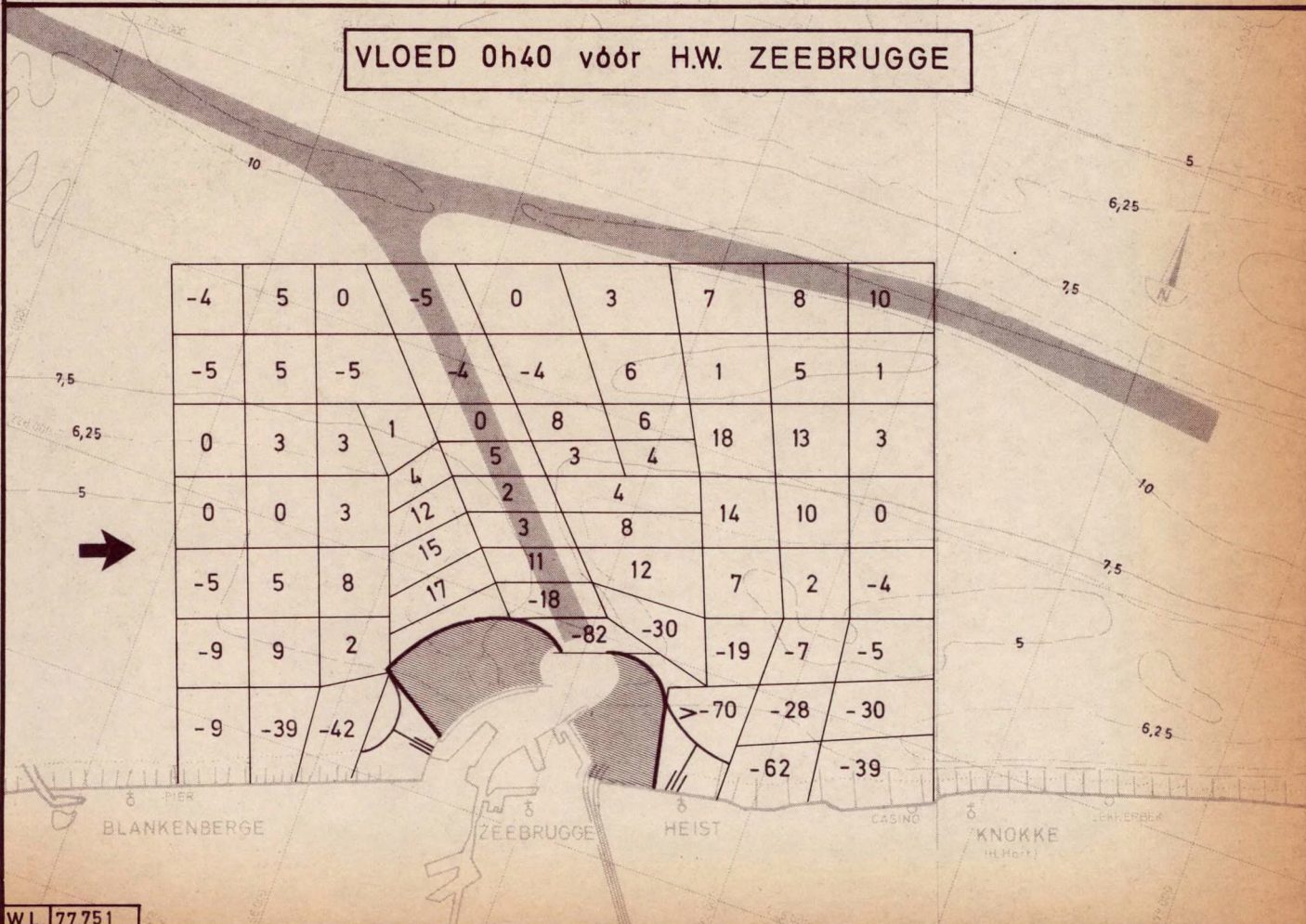
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR5 UITBOUW 1000m

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



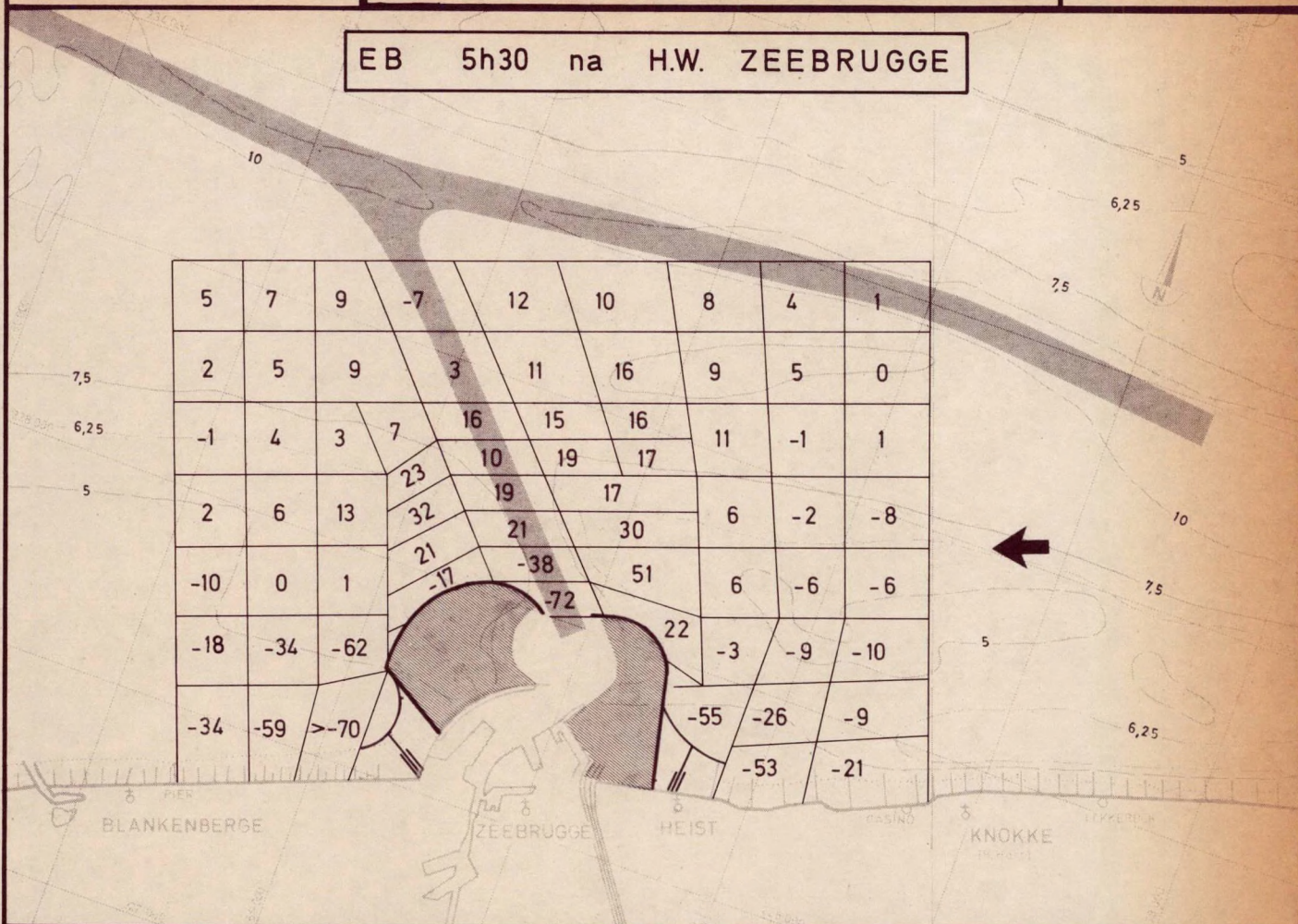


SCHAAL : 1 / 100.000

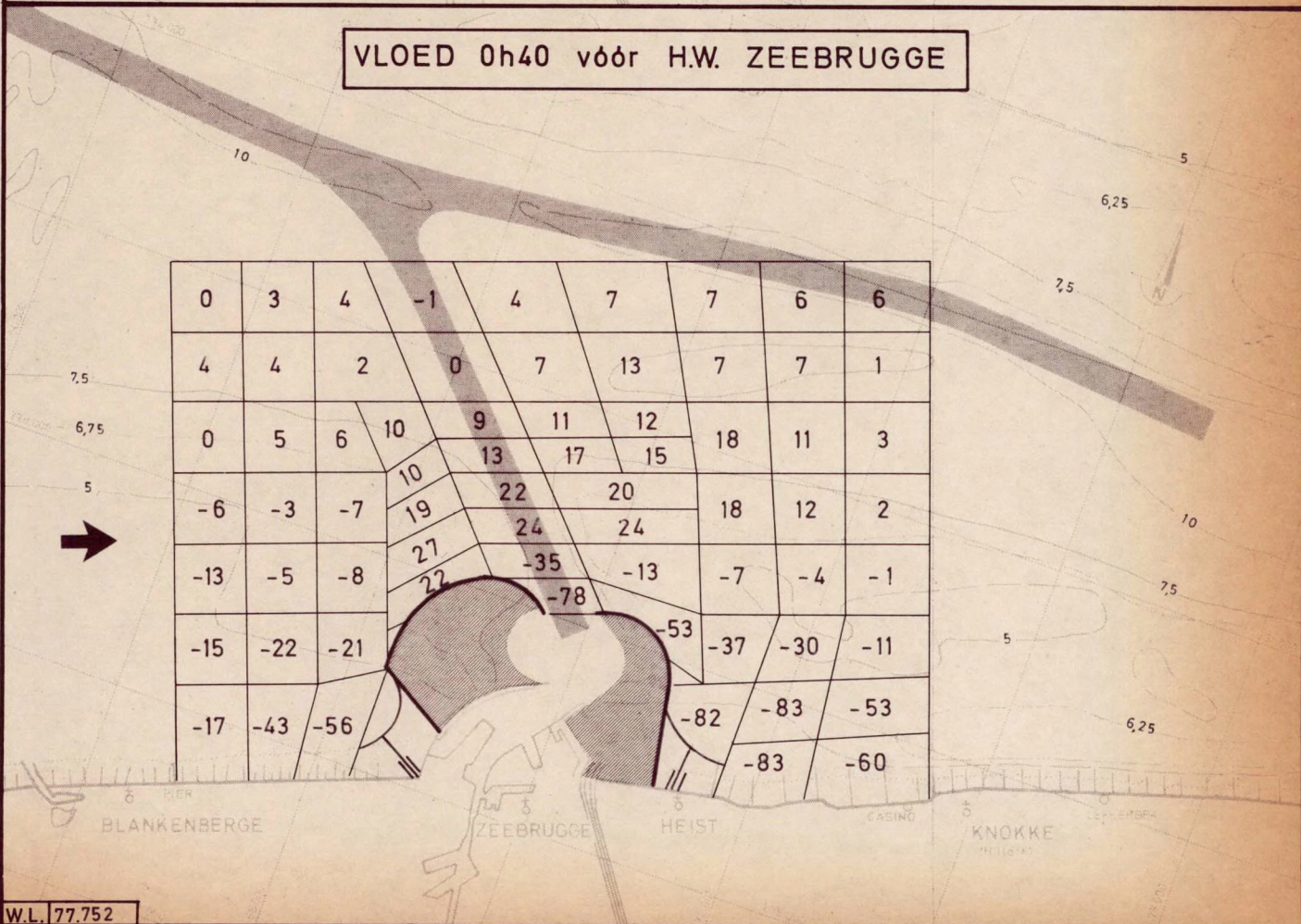
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR 1 . UITBOUW 1500 m

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

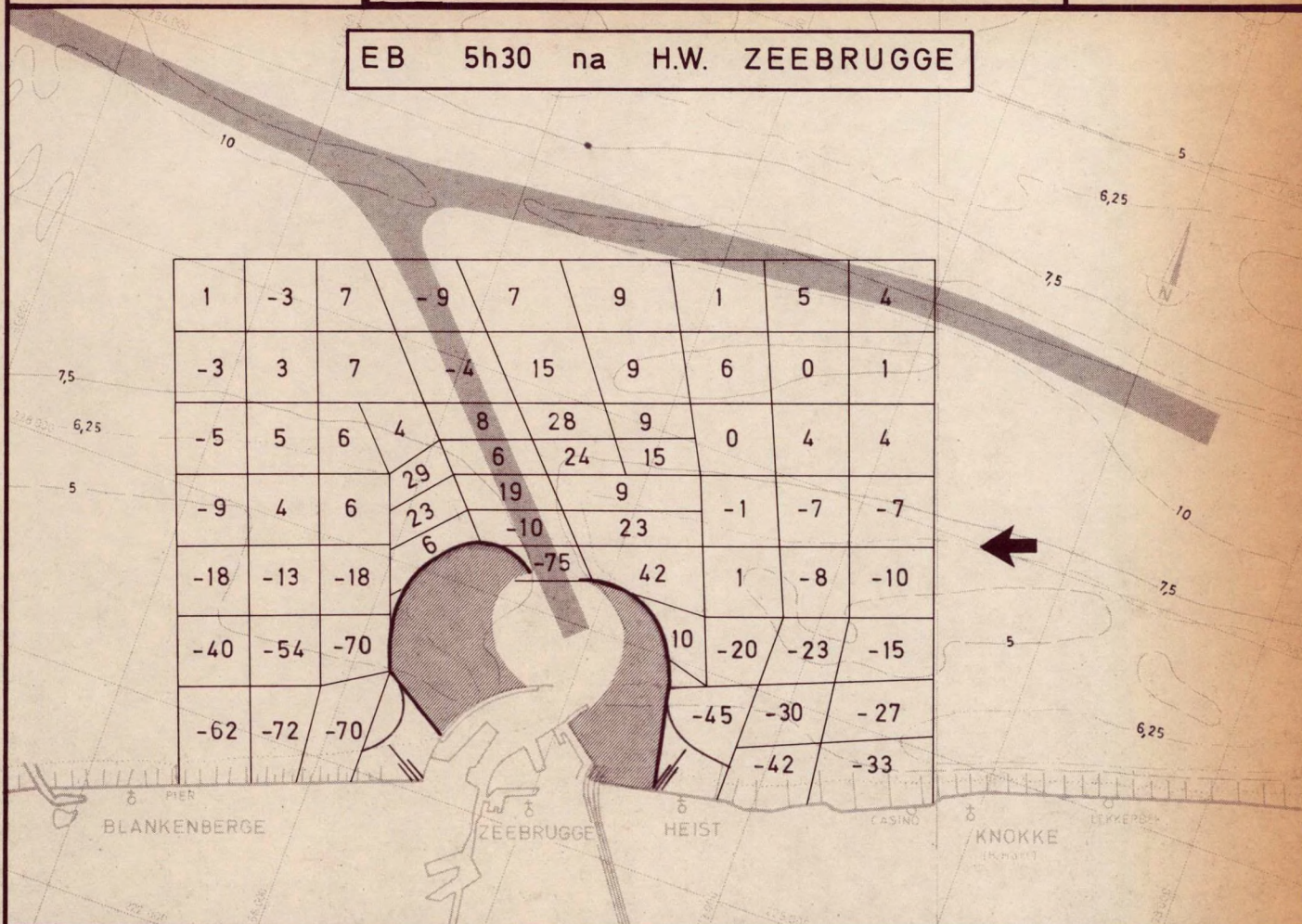


SCHAAL : 1 / 100.000

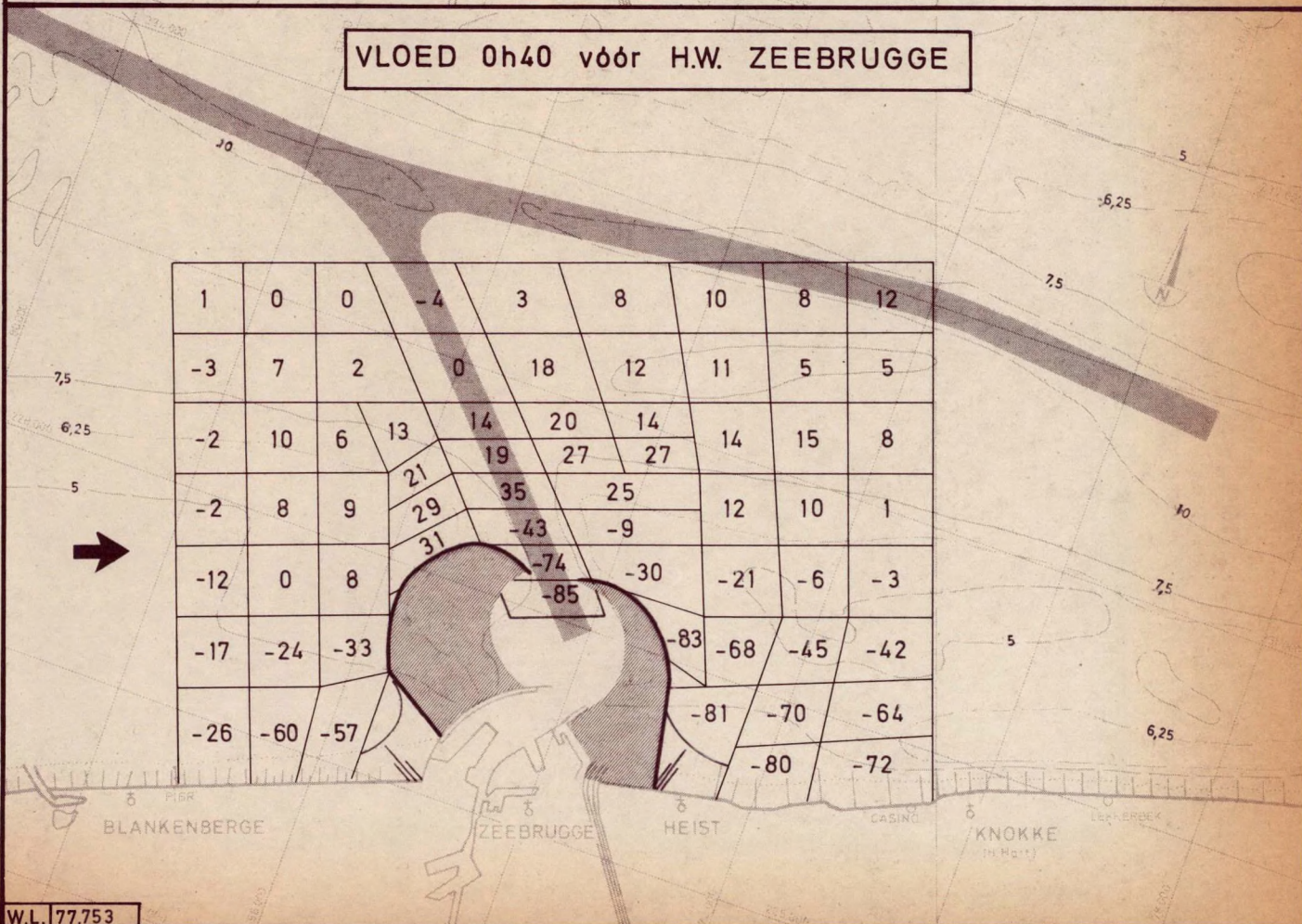
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR2 UITBOUW 2000m

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

KNOKKE



SCHAAL : 1 / 100.000

SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR4 UITBOUW 3000 m

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE

0	9	17	0	12	21	14	11	11
8	12	18	13	26	27	18	7	0
5	17	12	19	42	53	38	13	-2
				-47	40	32		-4
-7	2	-4		-64	21		10	-10
					42		-17	-15
-25	-50	-84				17	-8	-17
-55	-80	>-80				-35	-25	-19
-65	>-80	>-80				-67	-41	28
						-40	-28	

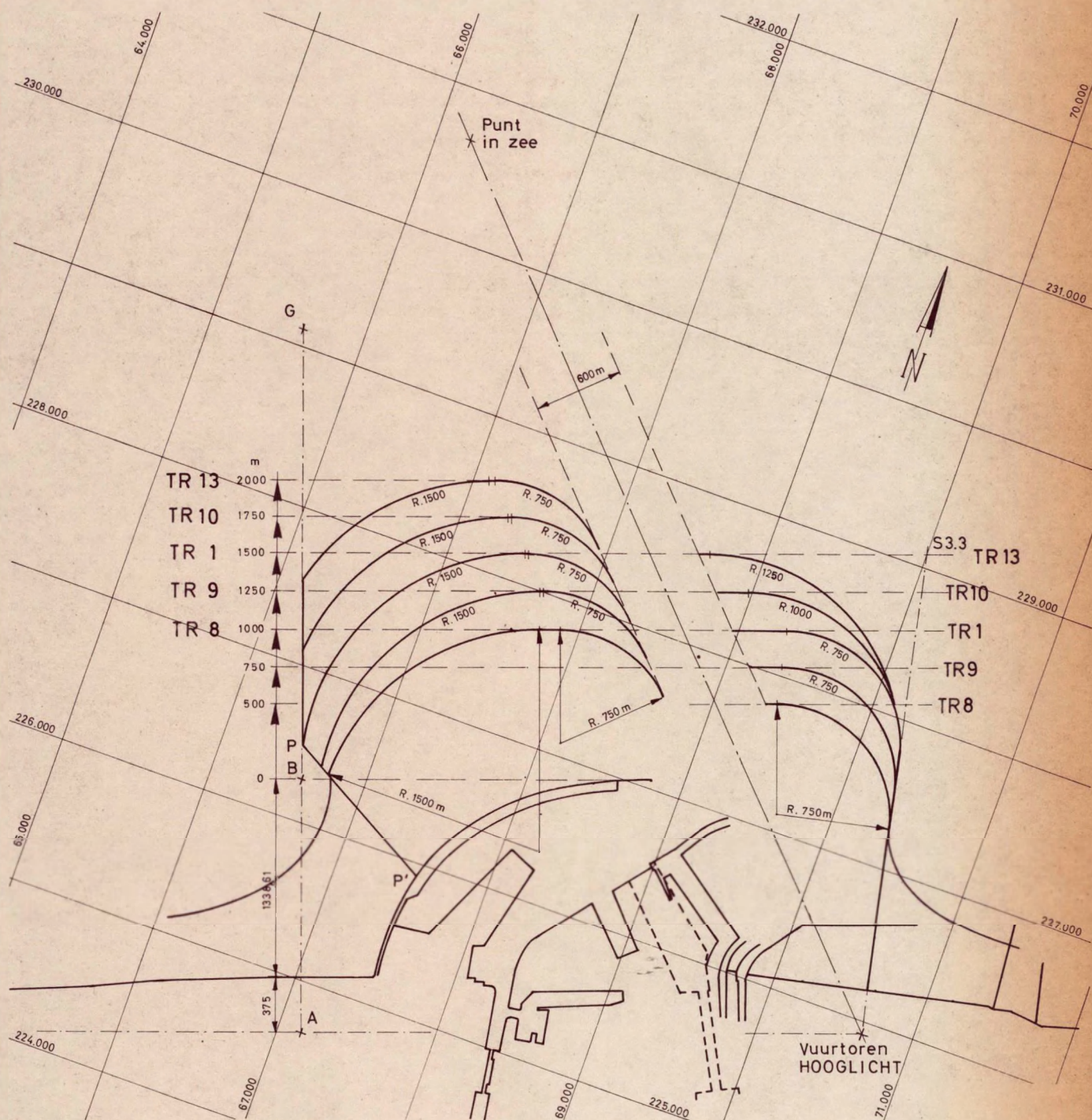
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

5	17	16	15	25	23	27	17	11
8	17	25	29	41	33	21	17	15
10	19	38	50	30	22	20	20	17
				-69	-20	4		15
-4	0	29		-73	-29		-30	-1
					-62		-58	-40
-17	-23	-28					-59	-31
-24	-41	-64				-75	-53	-59
-45	-72	-85				-80	-76	-82
						>-80	-75	

SCHAAL : 1 / 40.000

Lambert projectie

**GEVOELIGHEIDSANALYSE. TOESTANDEN ONDERZOCHT
TIJDENS 2° FASE (1000,1250,(1500),1750, 2000 m)**





WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

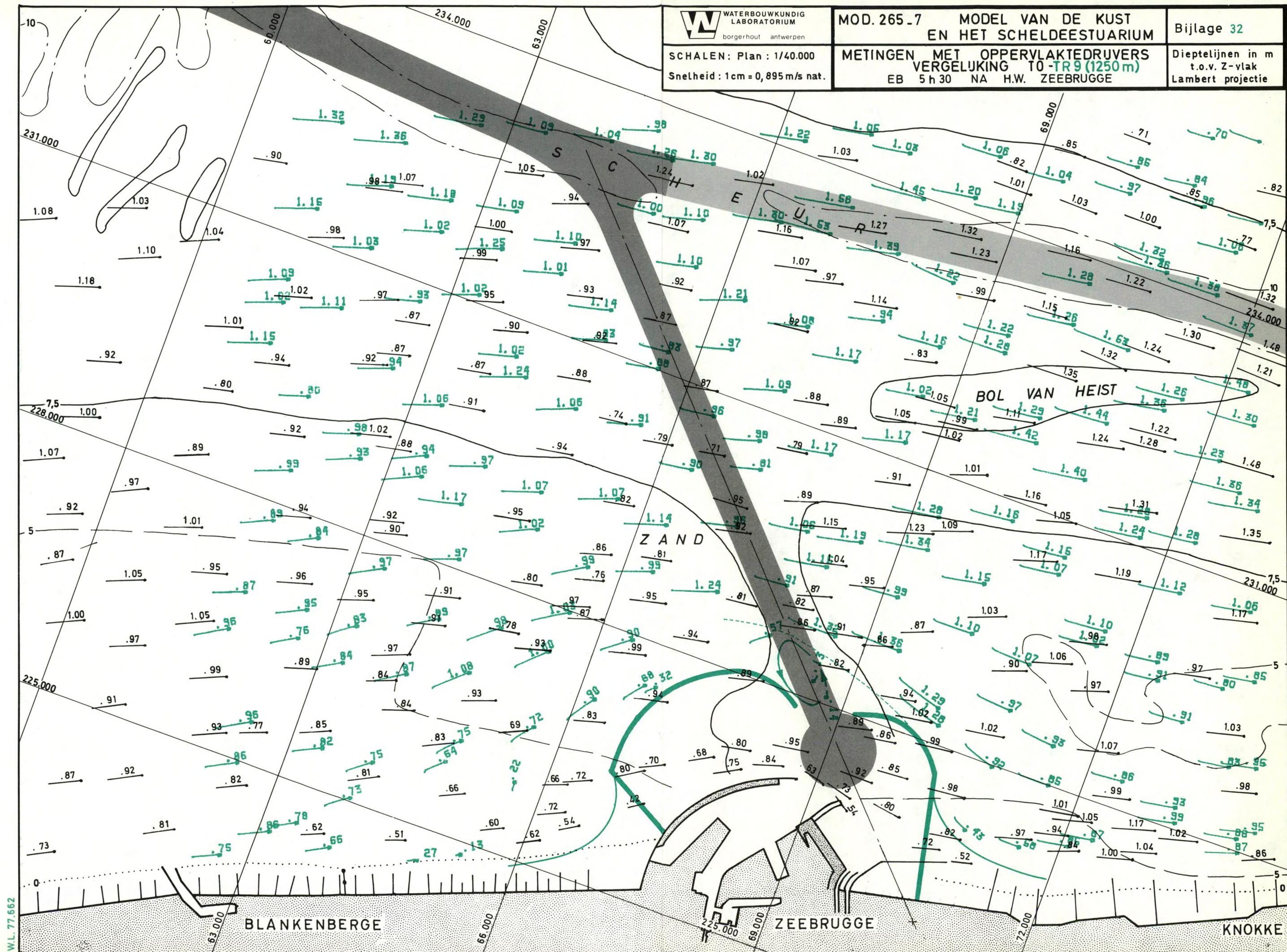
MOD. 265-7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

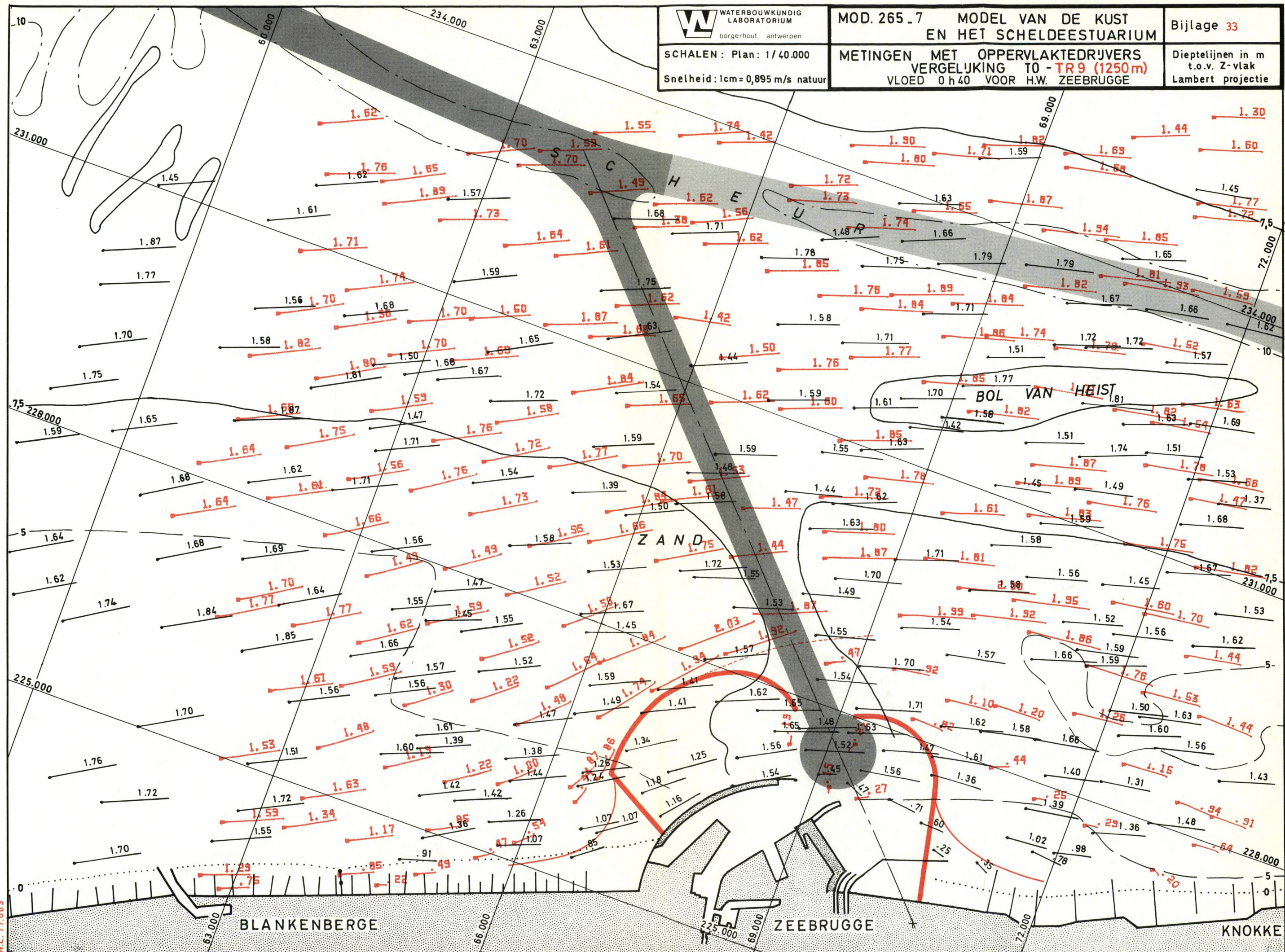
Bijlage 32

SCHALEN: Plan : 1/40.000
Snelheid : 1 cm = 0,895 m/s nat.

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRUVERS
VERGELIJKING TO-TR 9 (1250 m)
EB 5 h 30 NA H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



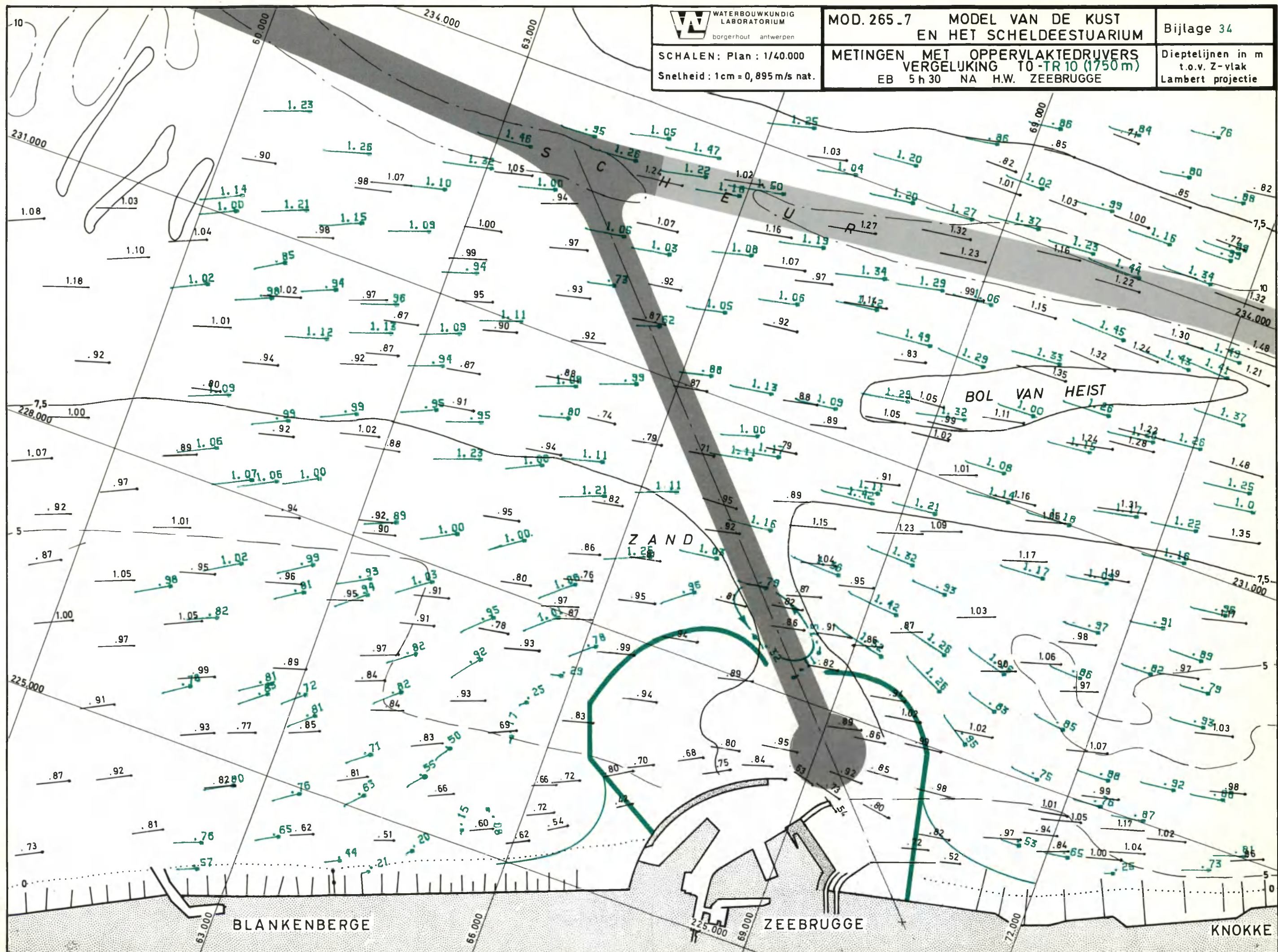


W WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen
SCHALEN : Plan: 1/40.000
Snelheid: 1cm = 0,895 m/s natuur

MOD. 265_7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM
METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VERGELIJKING TO - TR 9 (1250m)
VLOED 0 h 40 VOOR H.W. ZEEBRUGGE

Bijlage 33
Dieptelijnen in m
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie

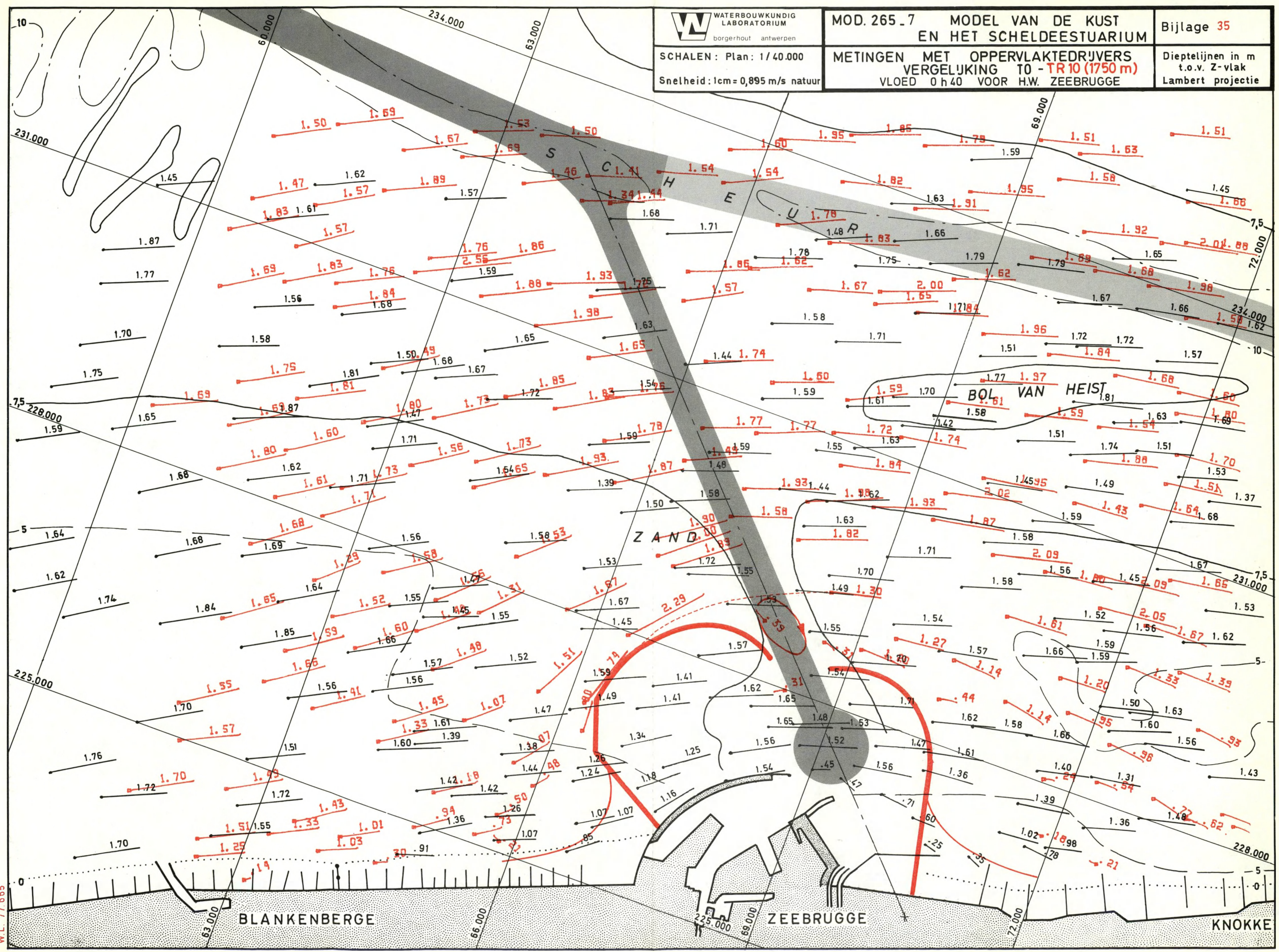
WL 77.663



SCHALEN : Plan: 1/40.000
Snelheid: 1cm = 0,895 m/s natuur

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VERGELIJKING TO - TR 10 (1750 m)
VLOED 0 h 40 VOOR H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie





WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

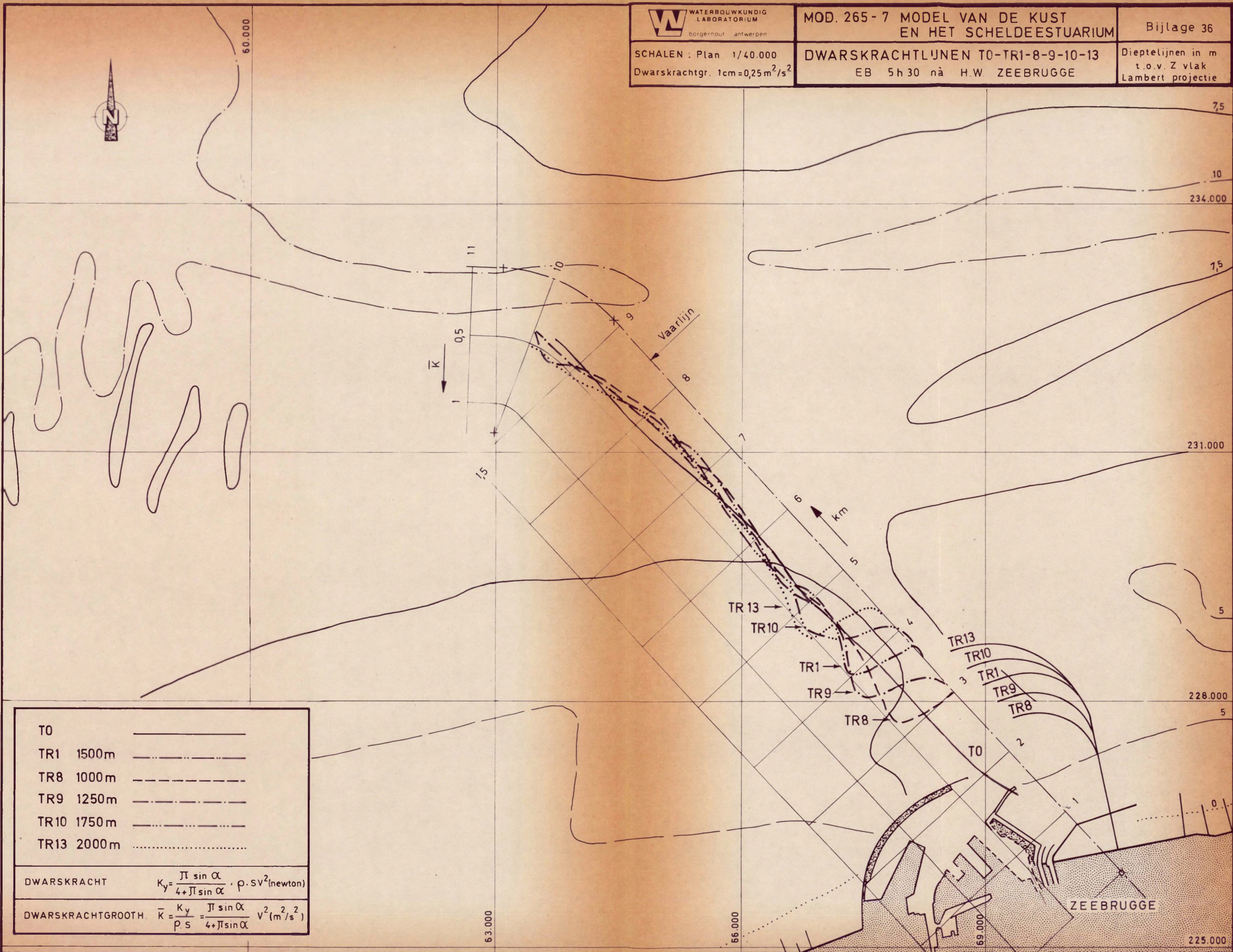
MOD. 265-7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 36

SCHALEN : Plan 1/40.000
Dwarskrachtgr. 1cm=0,25m²/s²

DWARSKRACHTLIJNEN T0-TR1-8-9-10-13
EB 5h30 nà H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



T0	_____
TR1 1500m	_____
TR8 1000m	_____
TR9 1250m	_____
TR10 1750m	_____
TR13 2000m	_____

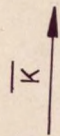
DWARSKRACHT $K_y = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot \rho \cdot S V^2 (\text{newton})$

DWARSKRACHTGROOTH. $\bar{K} = \frac{K_y}{\rho \cdot S} = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} V^2 (\text{m}^2/\text{s}^2)$

SCHALEN : Plan 1/40.000
Dwarskrachtgr. 1cm=0,25m²/s²

DWARSKRACHTLIJNEN T0-T22-TR1-8-9-10-13
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



Vaarlijn

km

TR13
TR10

TR1
TR9
TR8

T0
T22

TR13
TR10
TR1
TR9
TR8

ZEEBRUGGE

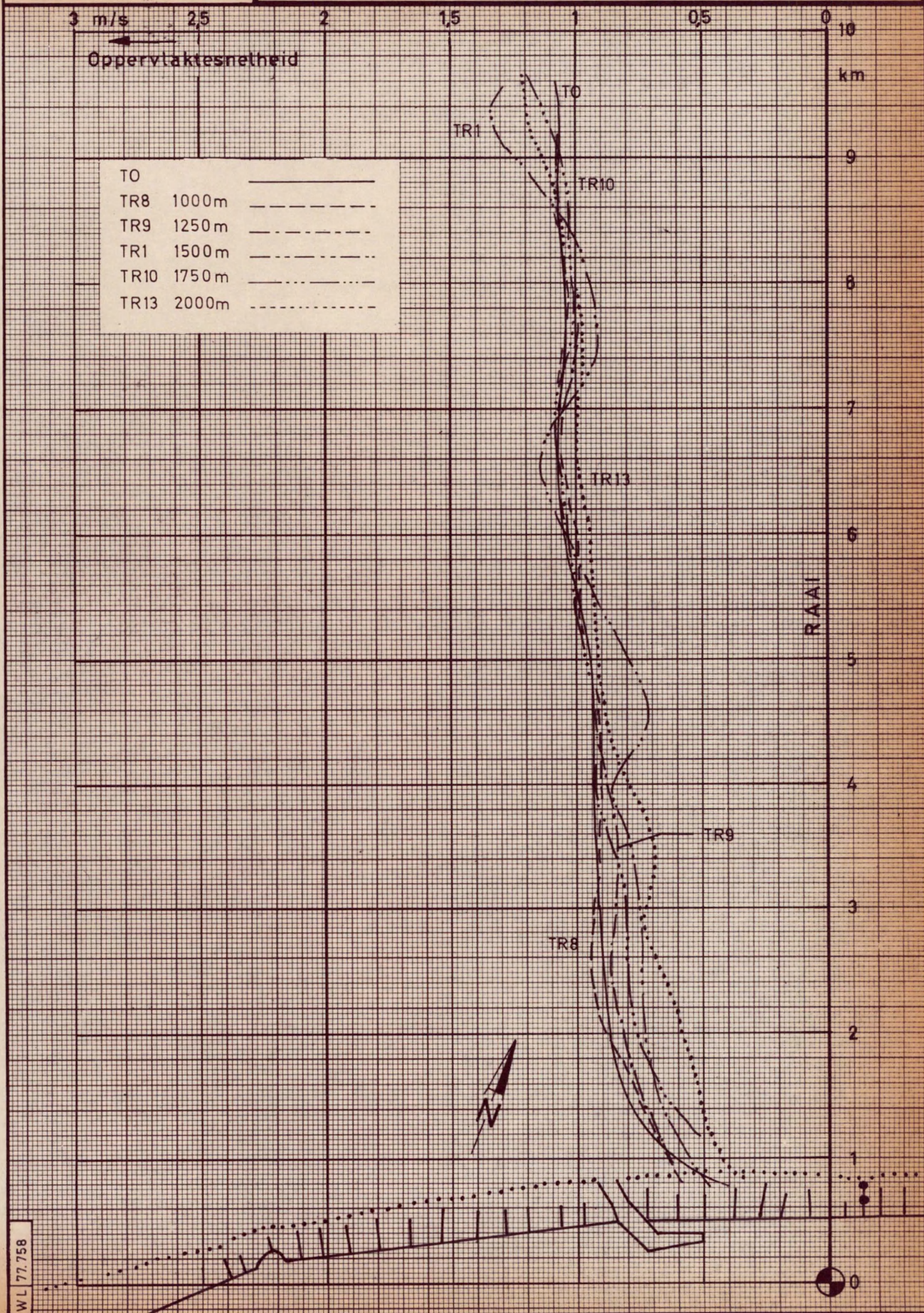
T0 _____
TR1 1500m _____
TR8 1000m _____
TR9 1250m _____
TR10 1750m _____
TR13 2000m _____
T22 _____

DWARSKRACHT $K_y = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot \rho \cdot s v^2 (\text{newton})$

DWARSKRACHTGROOTH. $\bar{K} = \frac{K_y}{\rho \cdot s} = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} v^2 (m^2/s^2)$

schaal: plan 1/40.000

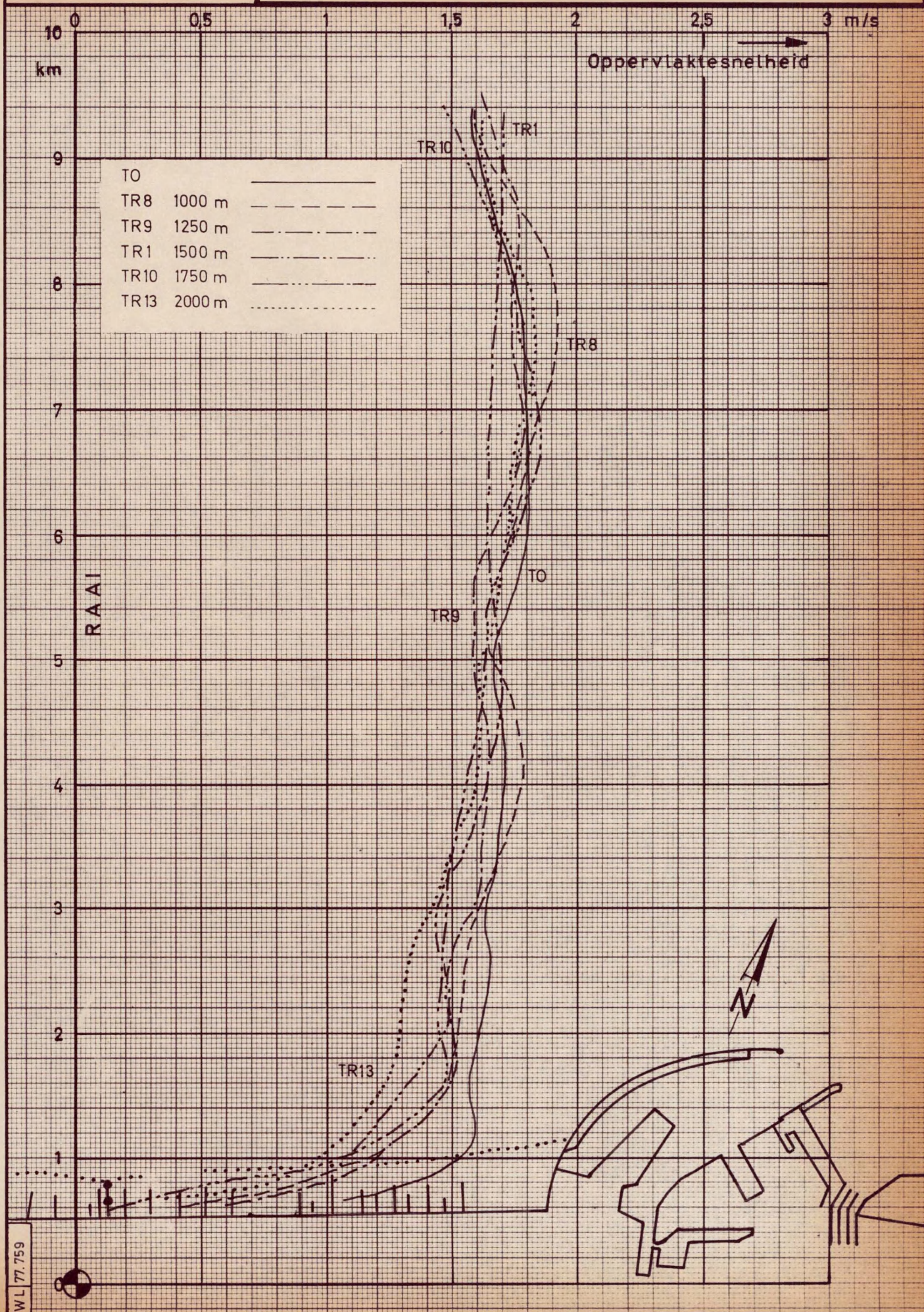
**GEVOELIGHEIDSANALYSE : SNELHEIDSPROFIEL LANGS
DE RAAI BLANKENBERGE VOOR T0 en TR8-9-1-10-13
EB 5h30 na HW. ZEEBRUGGE**





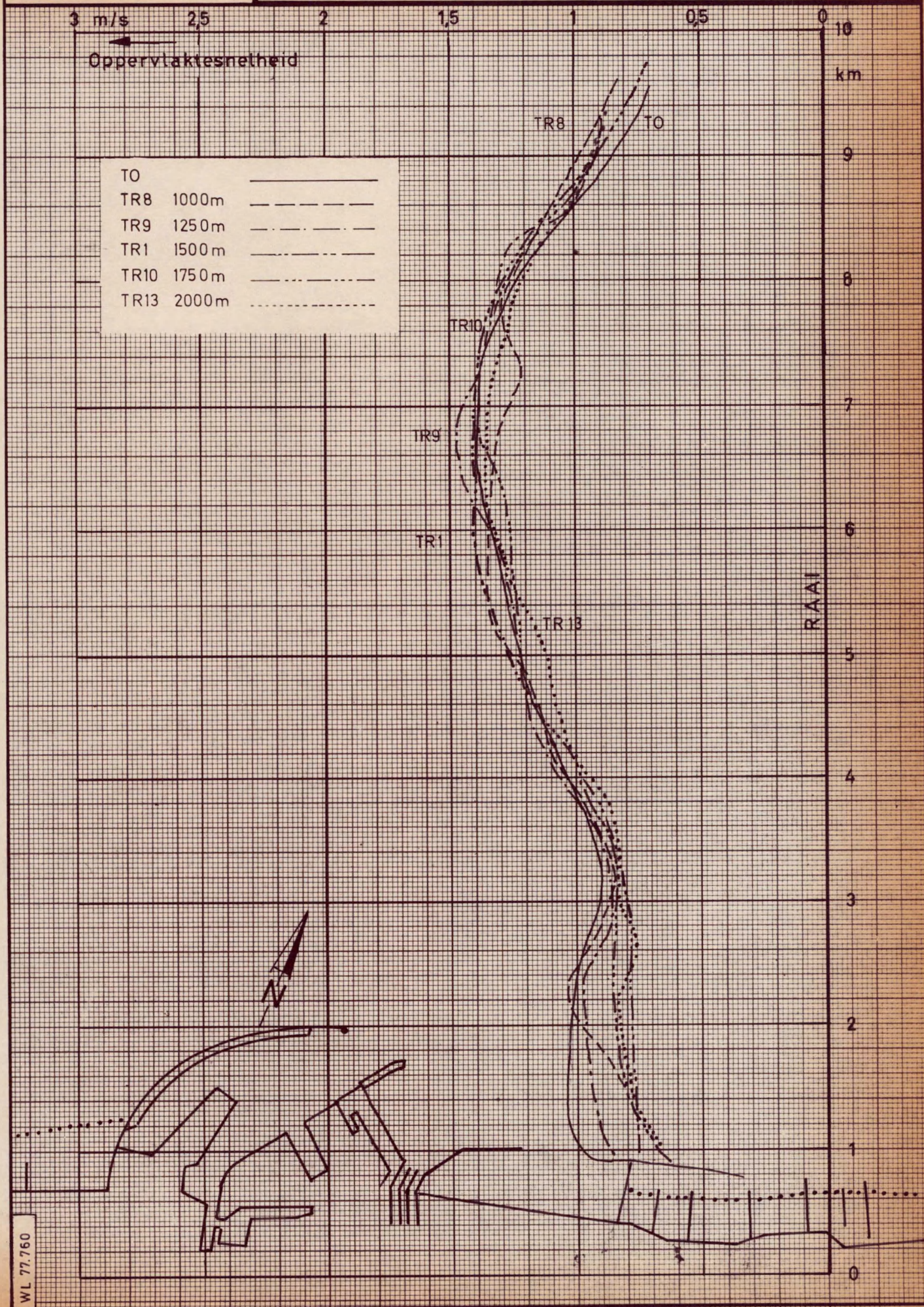
schaal: plan 1/40.000

GEVOELIGHEIDSANALYSE : SNELHEIDSPROFIEL LANGS
DE RAAI BLANKENBERGE VOOR T0 en TR8-9-1-10-13
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



schaalplan 1/40.000

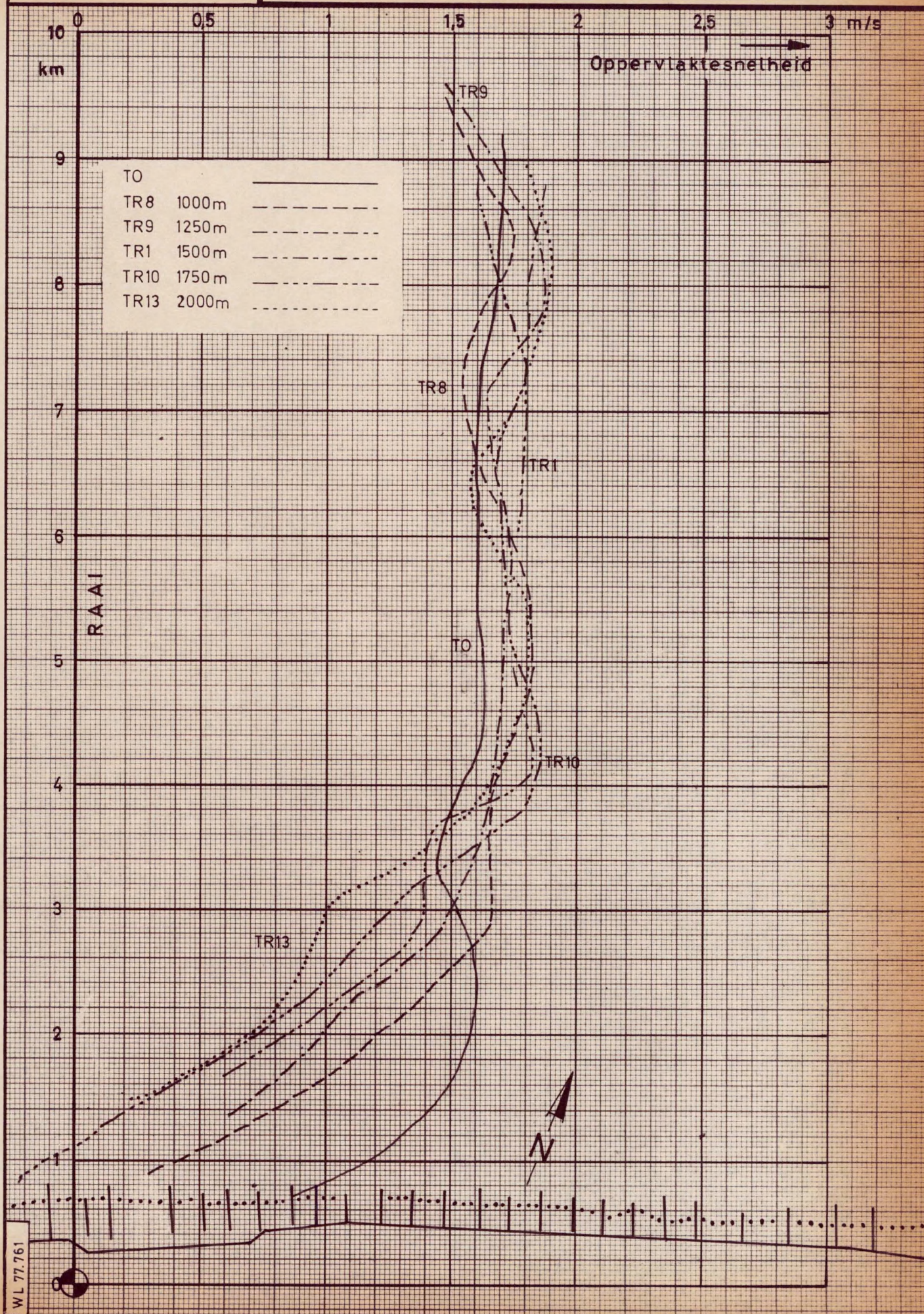
GEVOELIGHEIDSANALYSE : SNELHEIDSPROFIEL LANGS
DE RAAI KNOKKE-HEIST VOOR T0 en TR8-9-1-10-13
EB 5h30 na HW. ZEEBRUGGE





schaal.plan 1/40.000

GEVOELIGHEIDSANALYSE : SNELHEIDSPROFIEL LANGS
DE RAAI KNOKKE - HEIST VOOR T0 en TR8-9-1-10-13
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



WL 77.761

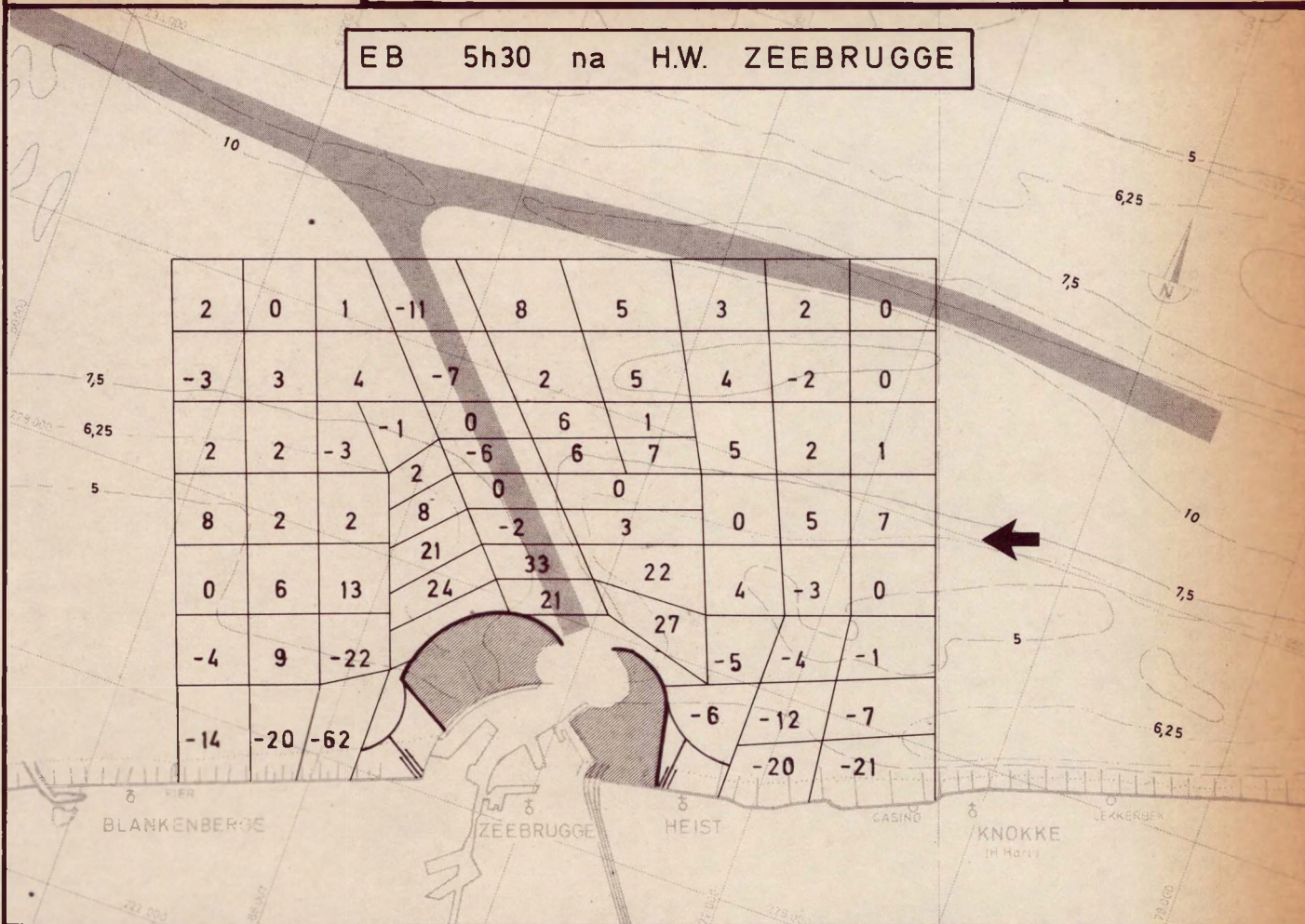


SCHAAL : 1 / 100.000

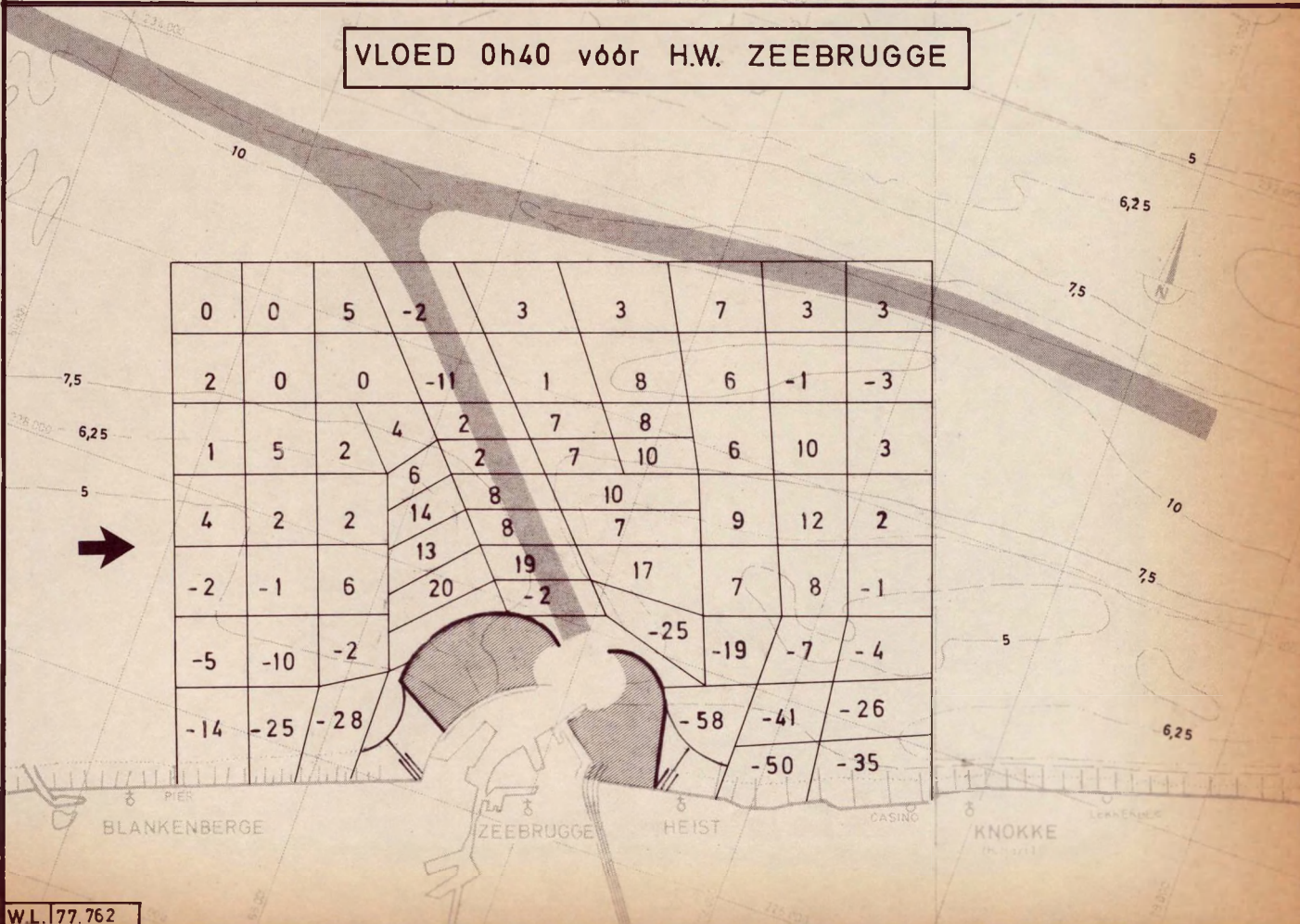
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR 8 UITBOUW 1000m

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



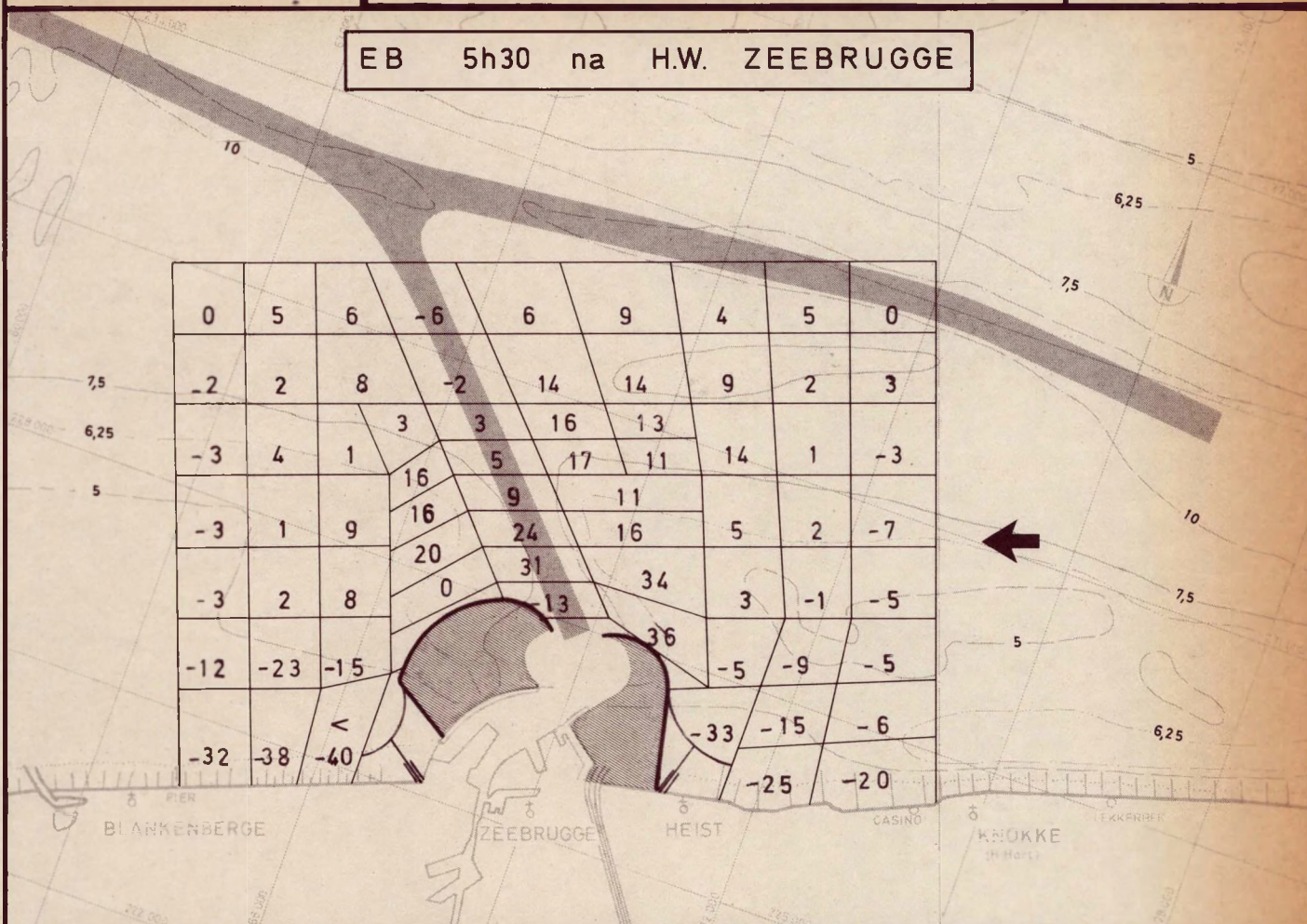


SCHAAL : 1 / 100.000

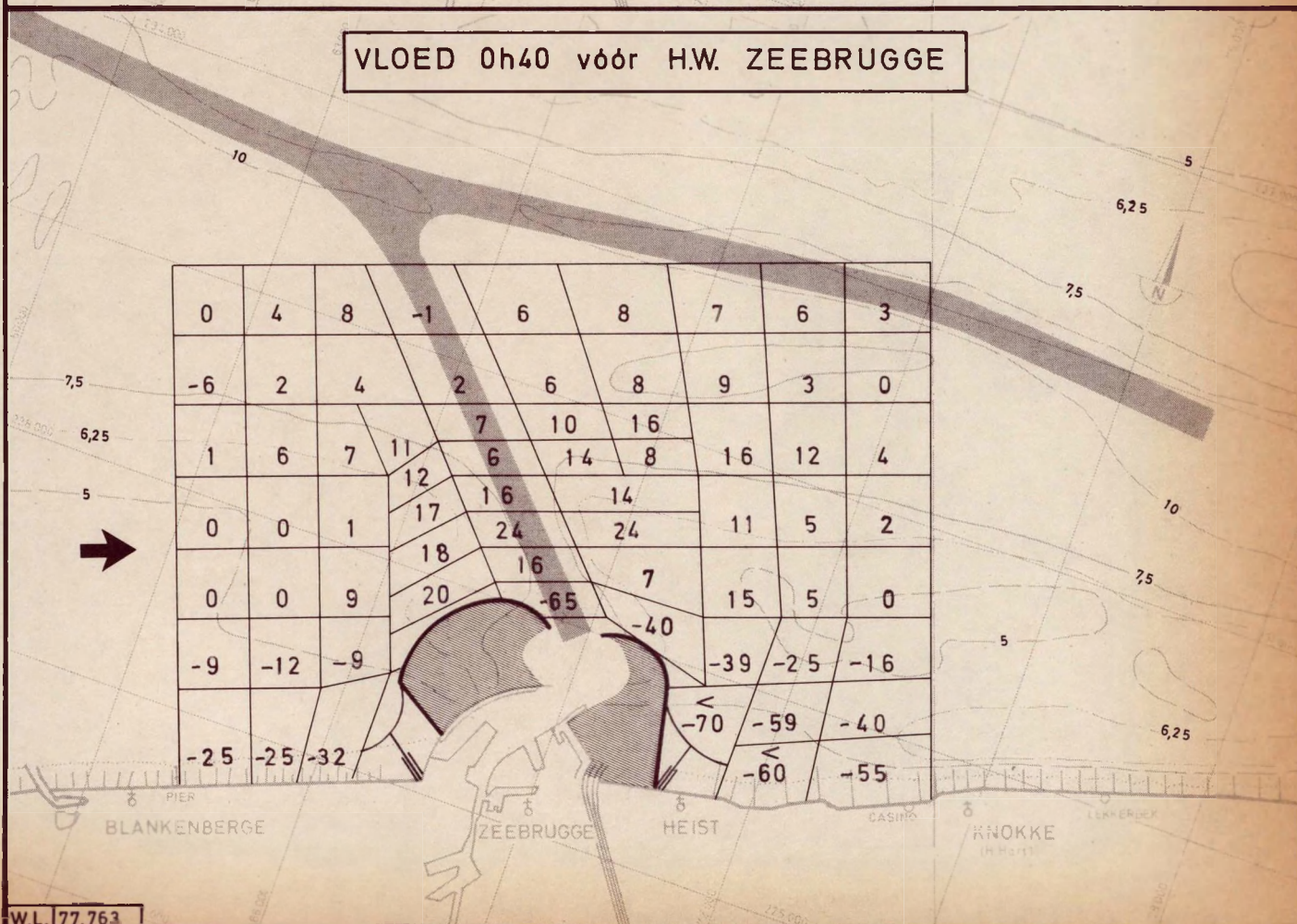
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR 9 UITBOUW 1250 m

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



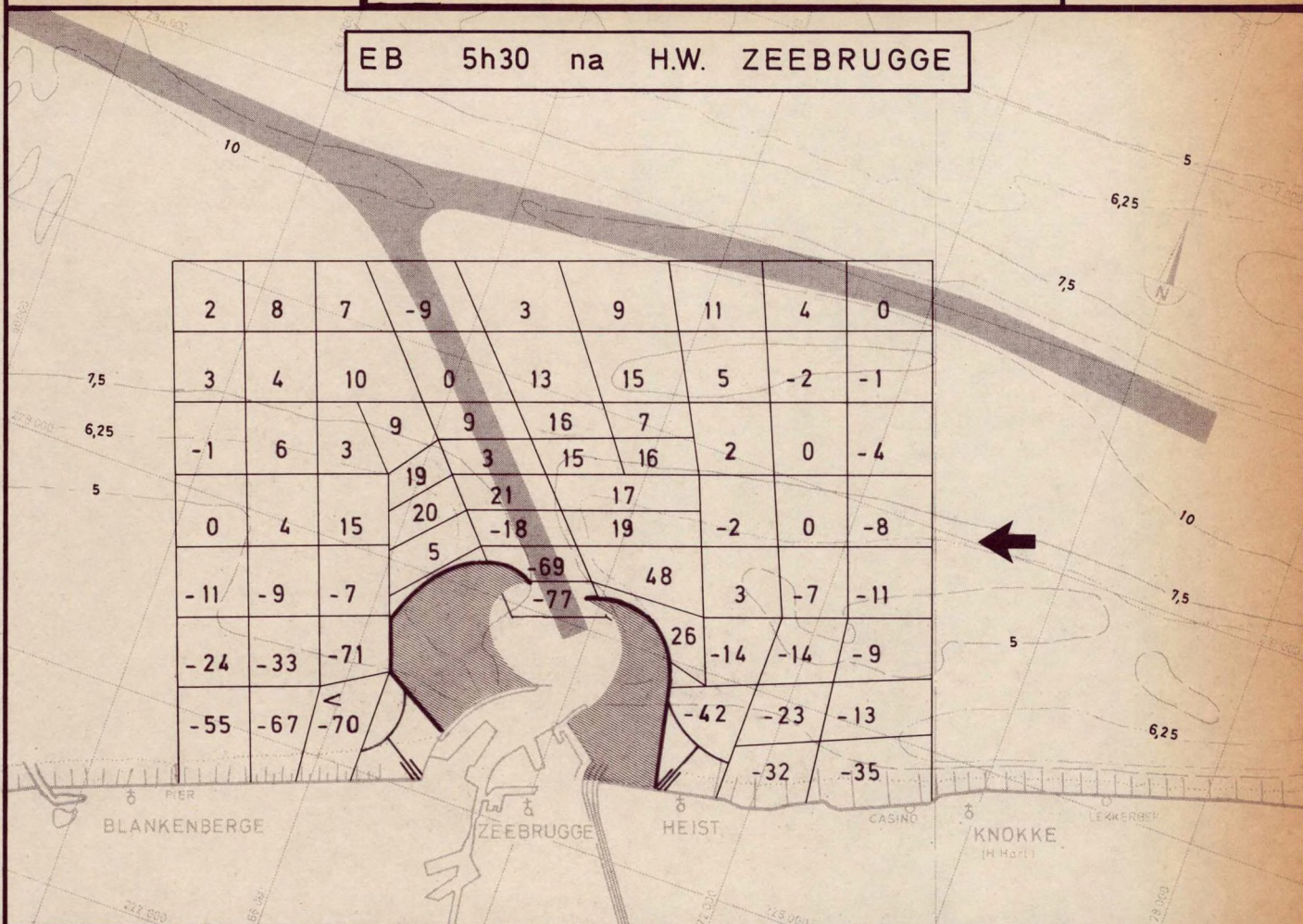


SCHAAL : 1 / 100.000

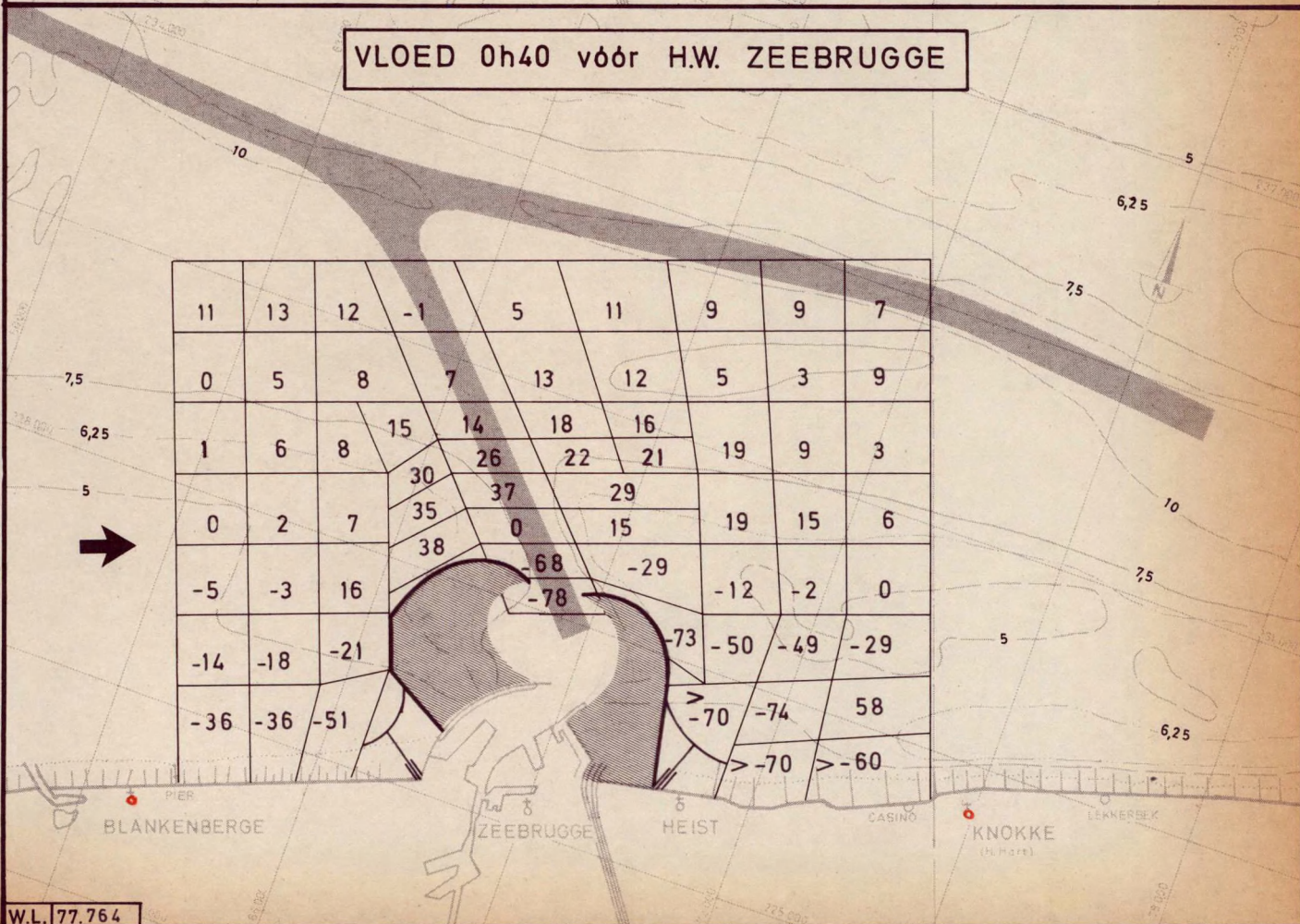
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR 10 UITBOUW 1750m

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

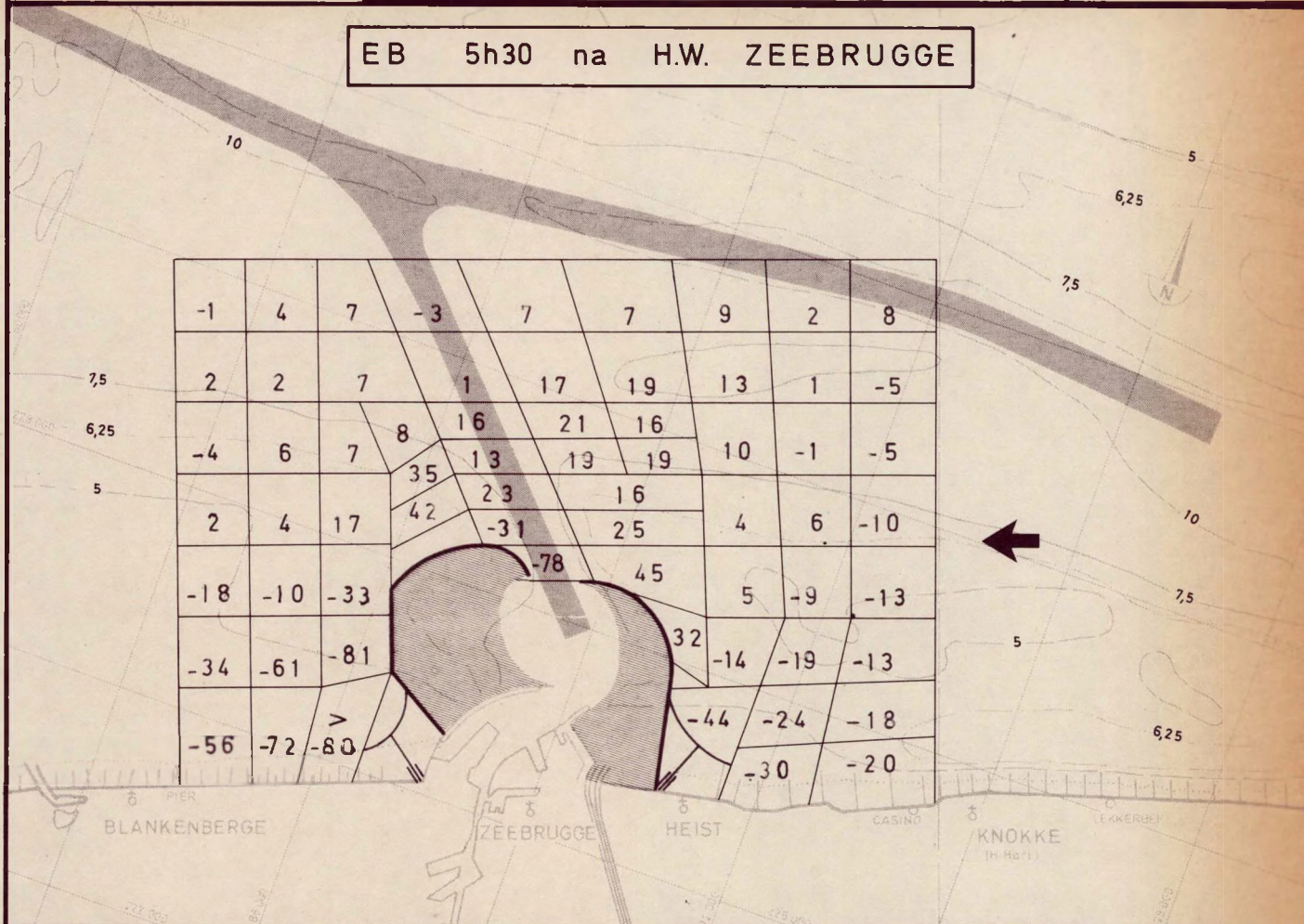


SCHAAL : 1 / 100.000

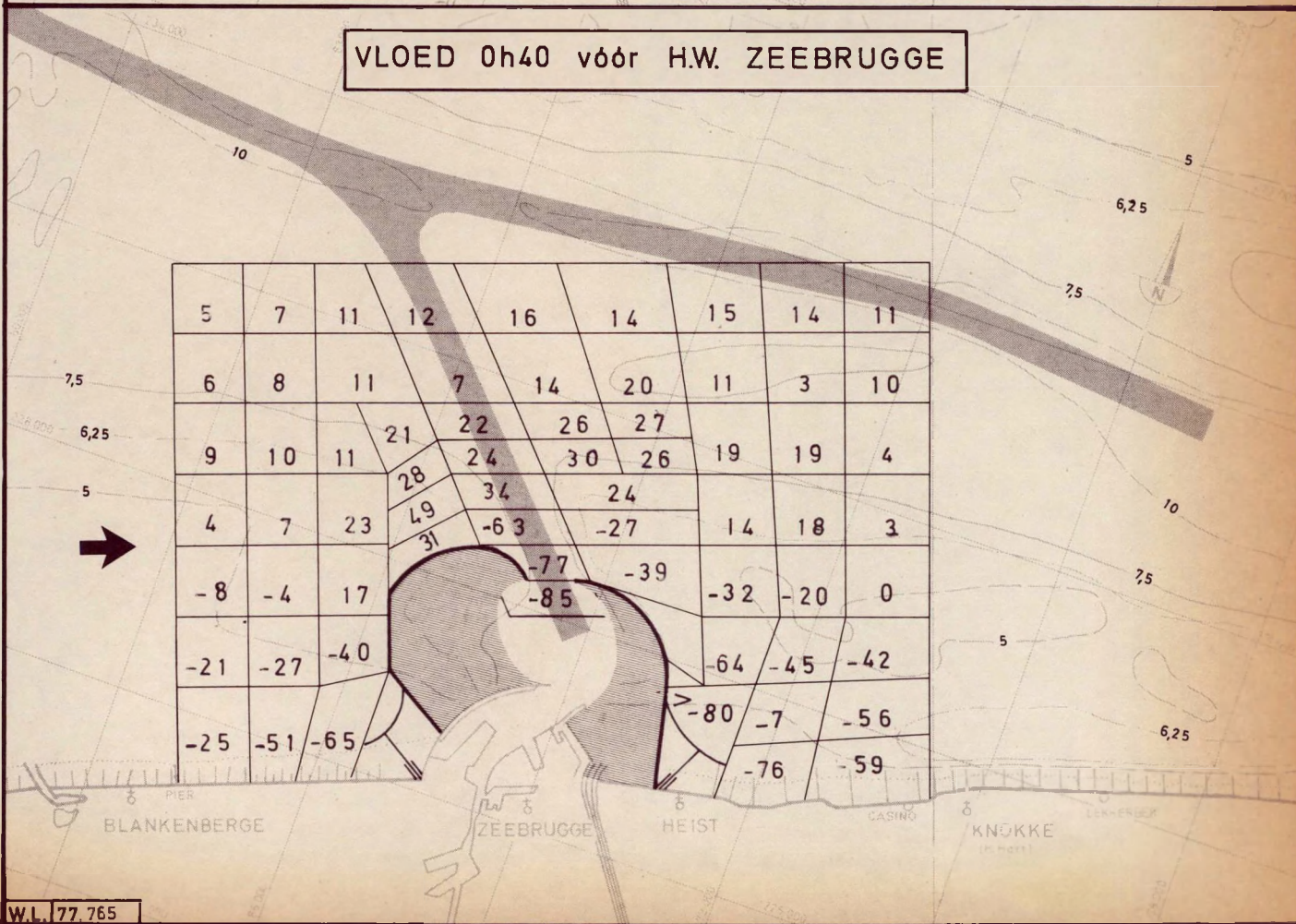
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR13 UITBOUW 2000 m

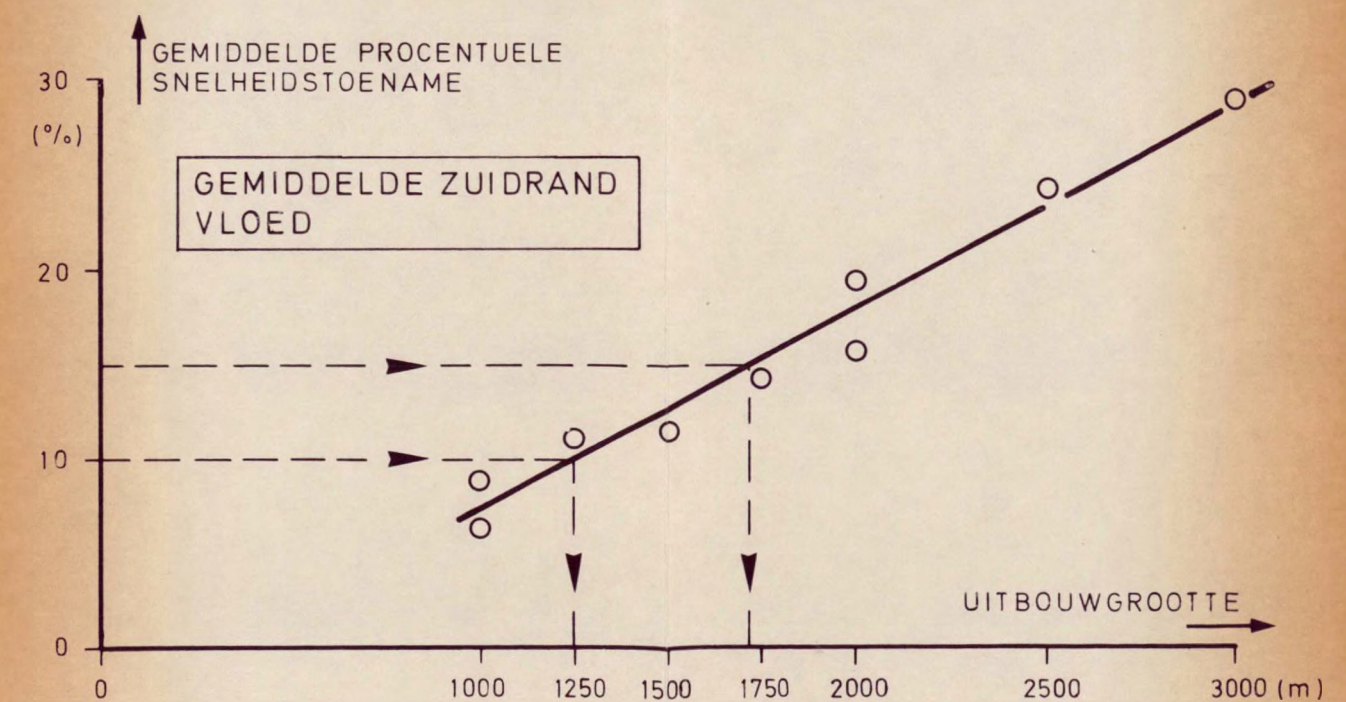
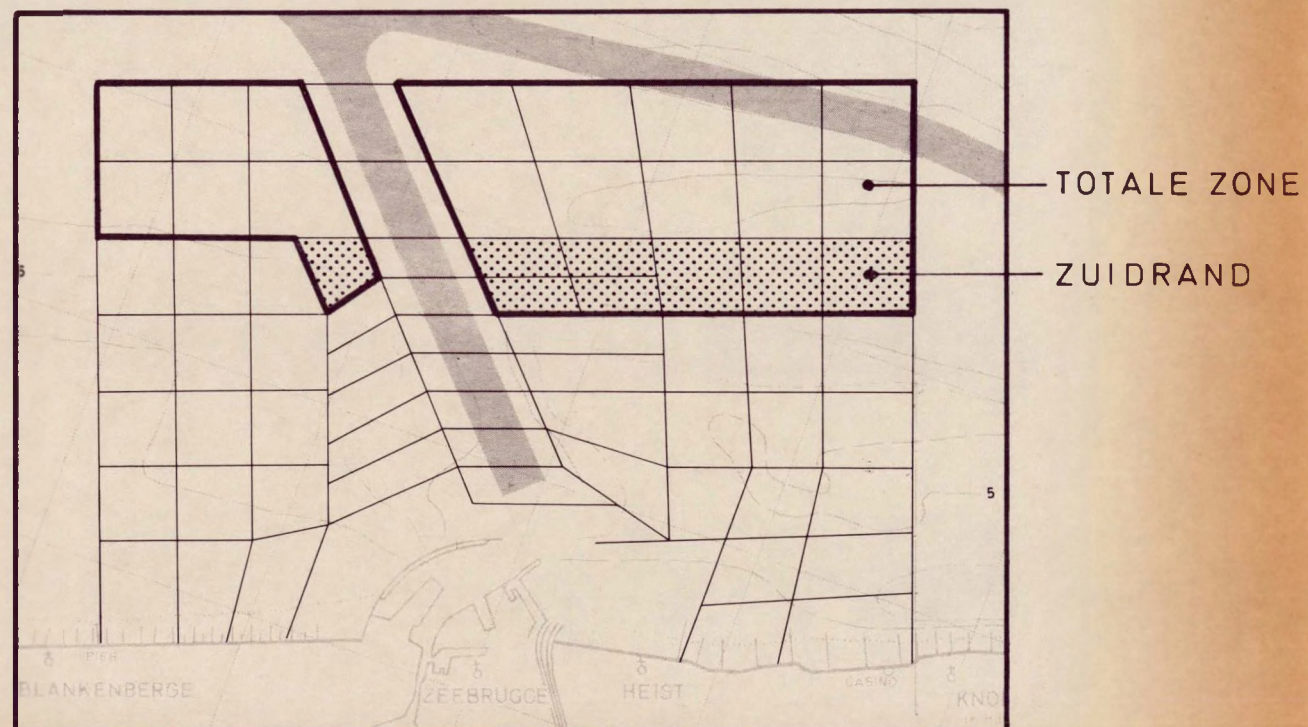
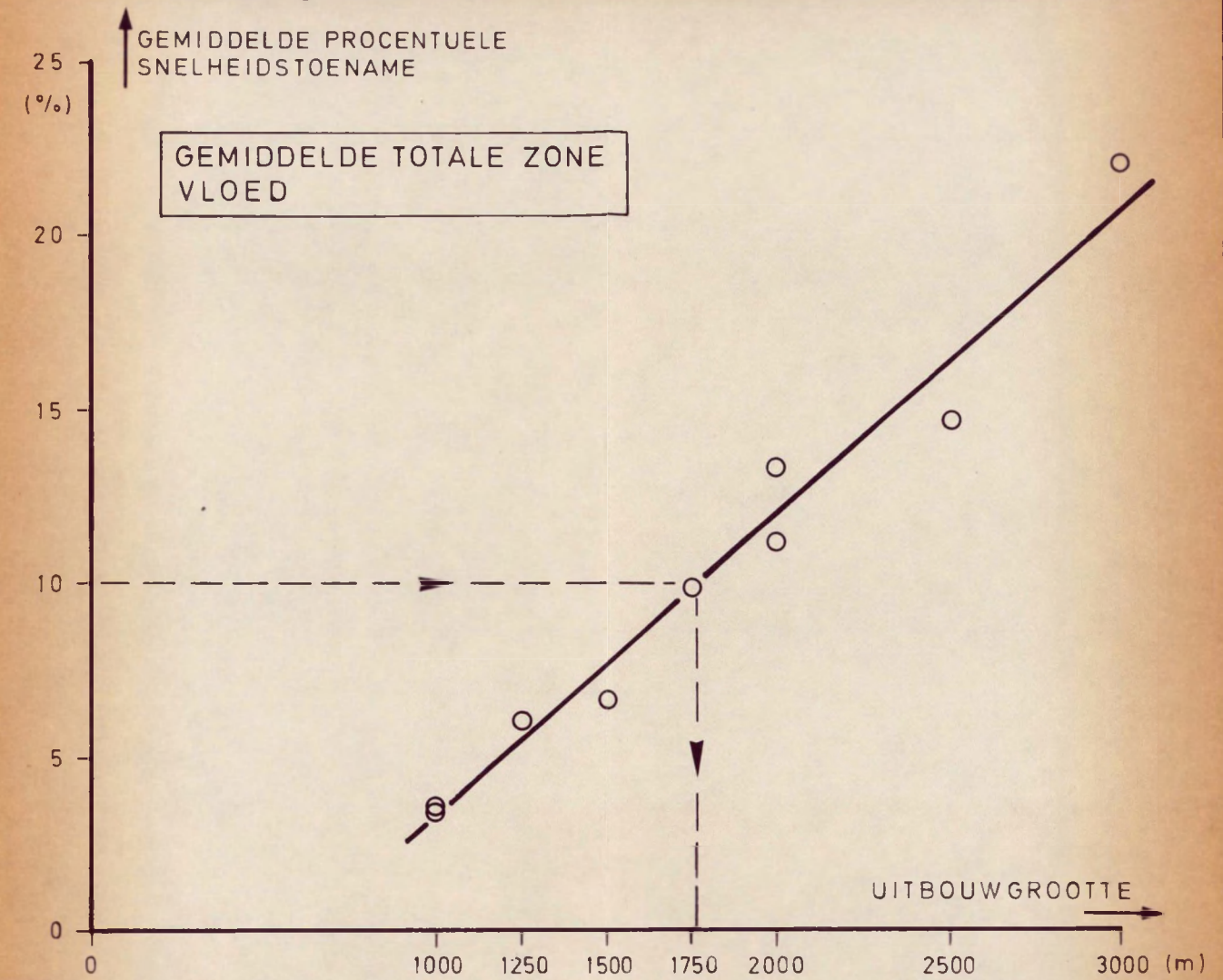
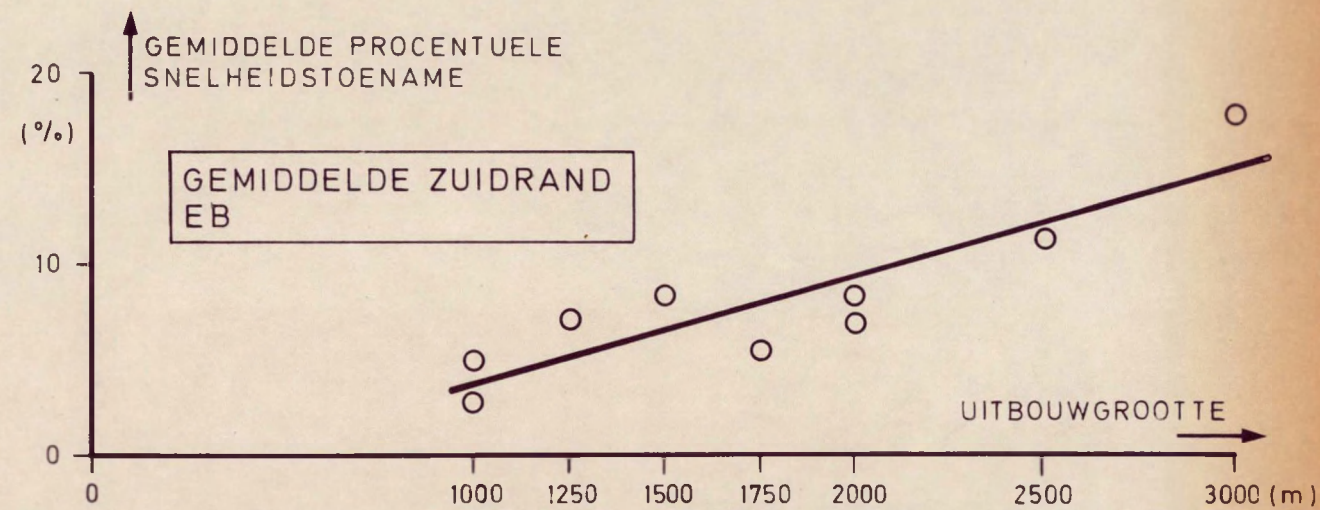
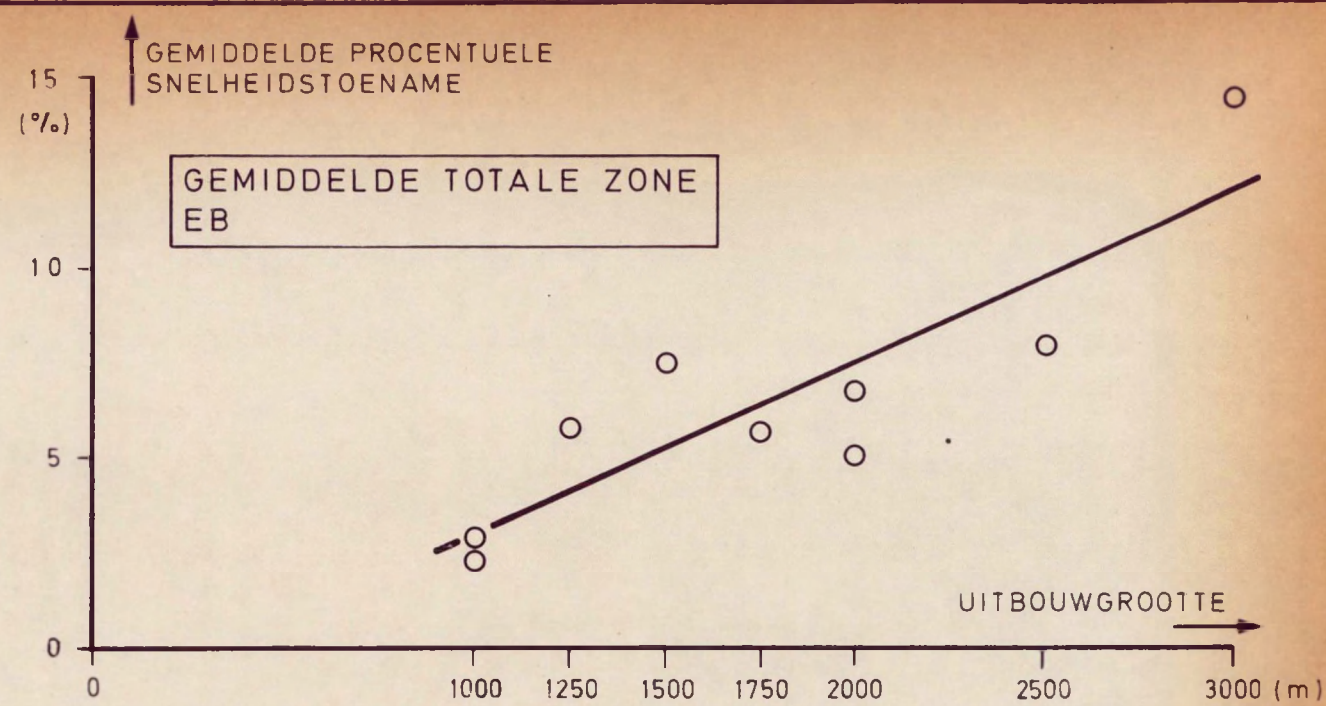
Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE







WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

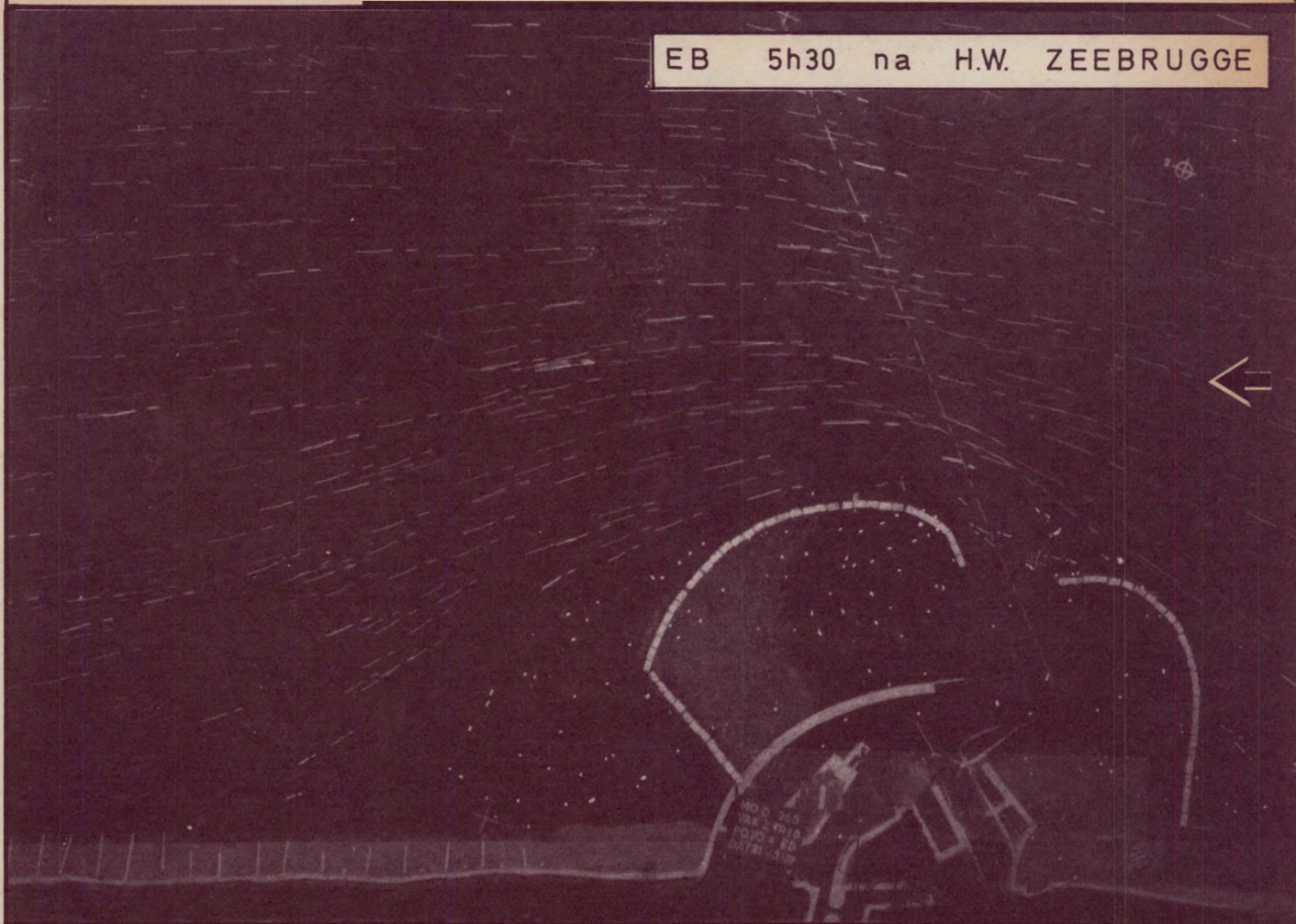
MOD.265-7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 47

SCHALEN: Foto : 1/50.000
Snelheid : 1cm = 1,12 m/s natuur
Lambert projectie

STROOMBEELD MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
TR 18 UITBOUW 1250 m

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE





WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

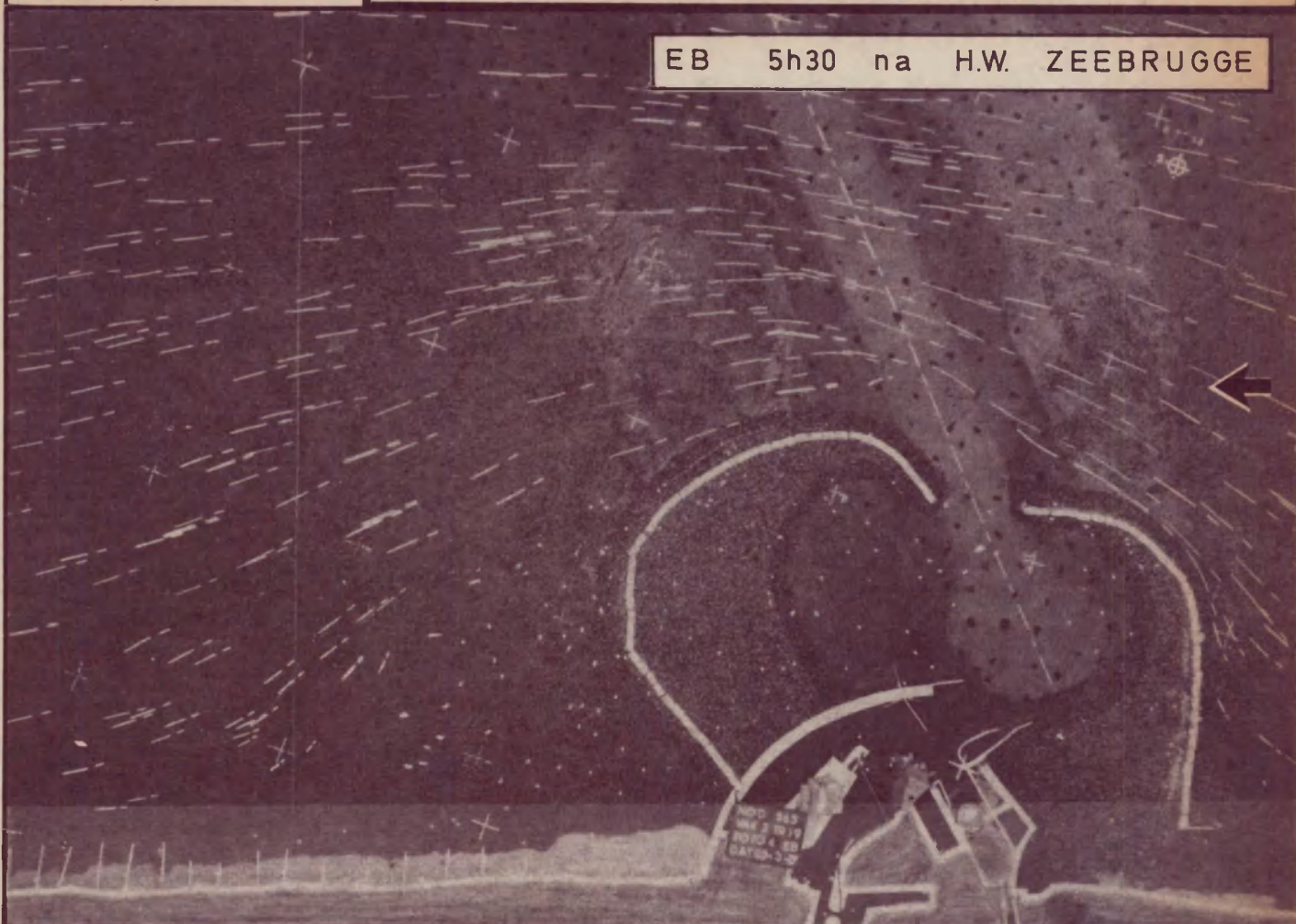
MOD.265-7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 48

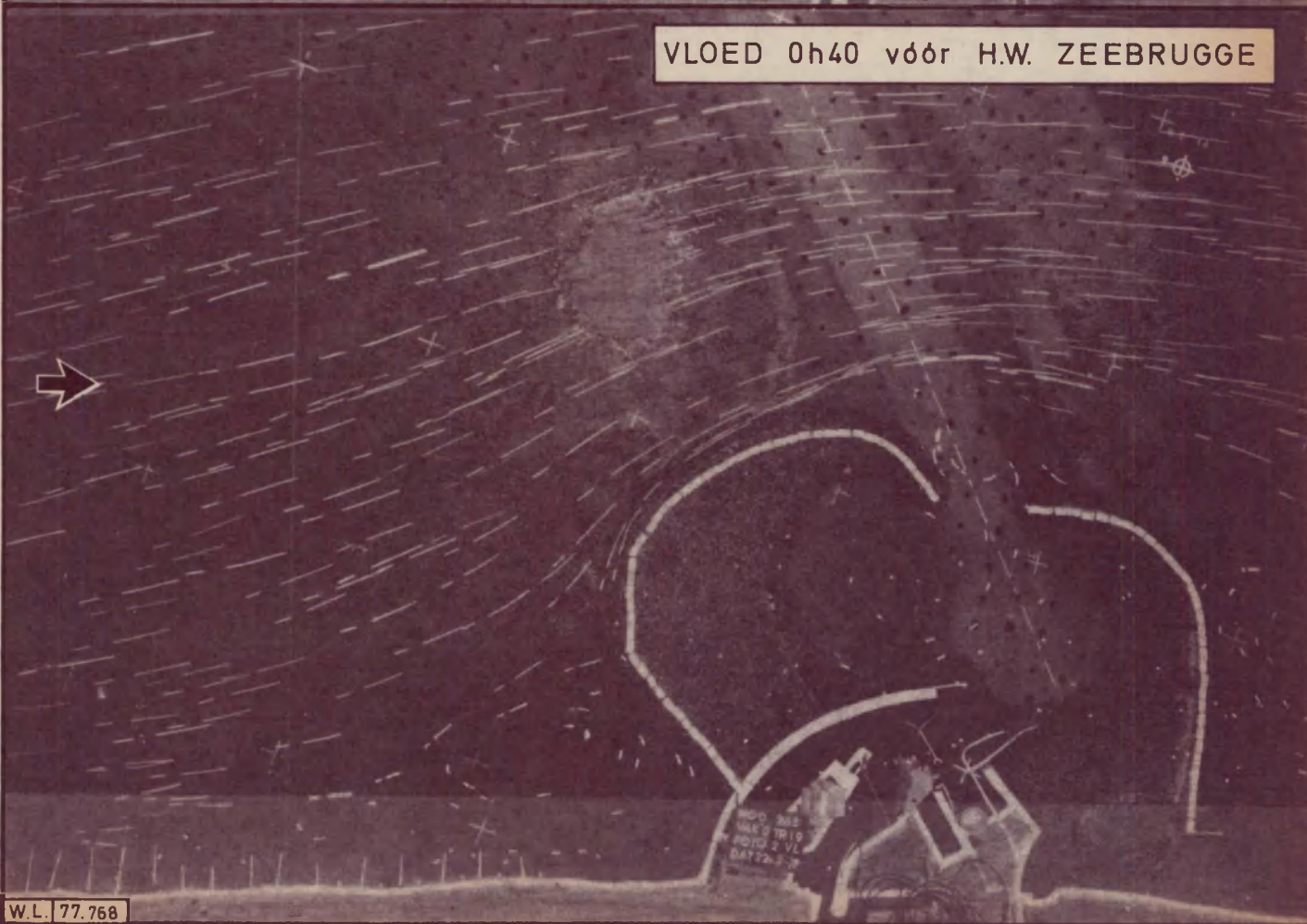
SCHALEN: Foto : 1/50.000
Snelheid : 1cm = 1,12 m/s natuur
Lambert projectie

STROOMBEELD MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
TR 19 UITBOUW 1750m

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

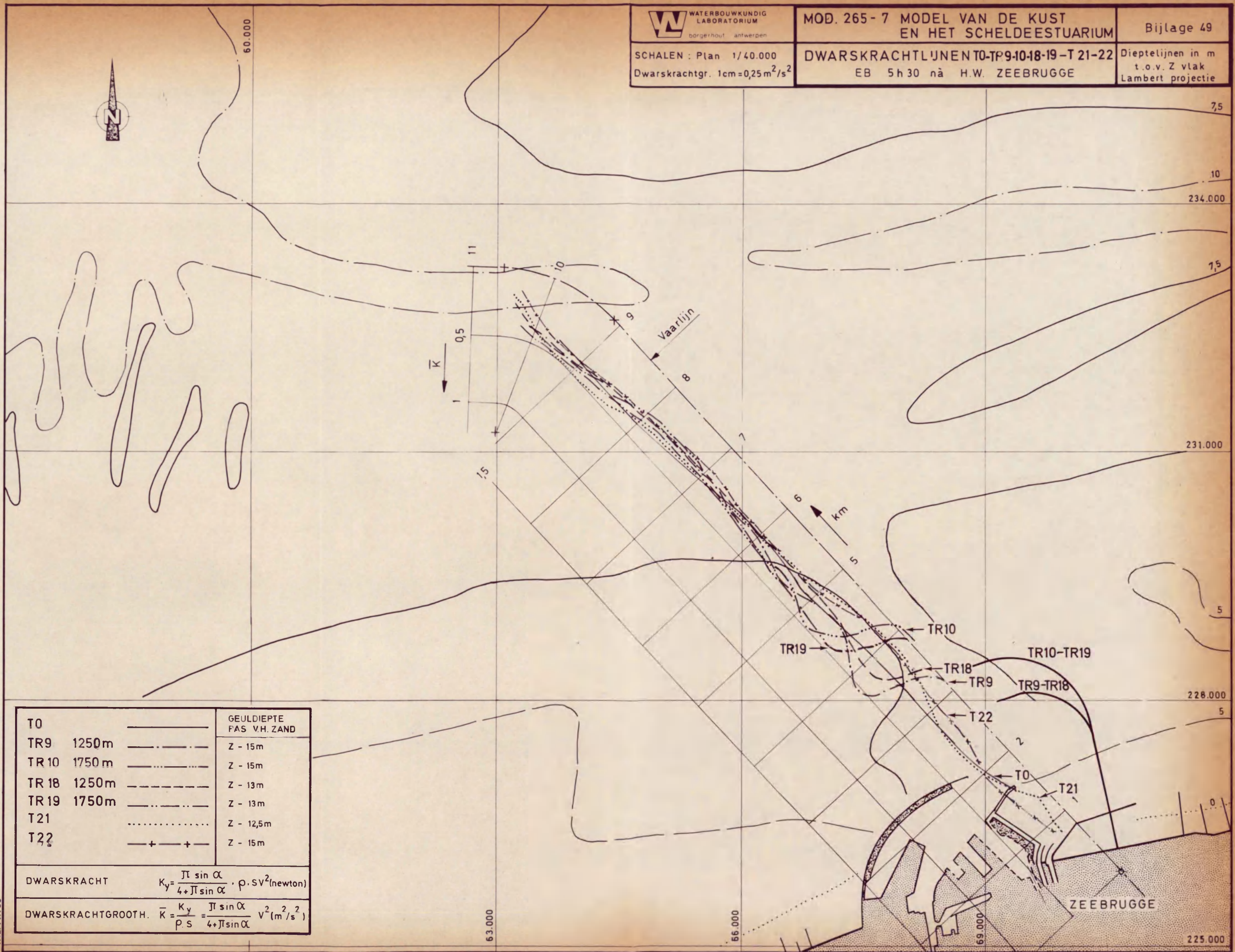




SCHALEN : Plan 1/40.000
Dwarskrachtgr. 1cm=0,25m²/s²

DWARSKRACHTLIJNEN T0-TP9-10-18-19-T21-22
EB 5h30 nà H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



T0		GEULDIEPTE FAS V.H. ZAND
TR9	1250m	Z - 15m
TR10	1750m	Z - 15m
TR18	1250m	Z - 13m
TR19	1750m	Z - 13m
T21		Z - 12,5m
T22		Z - 15m

DWARSKRACHT $K_y = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot \rho \cdot S V^2 (\text{newton})$

DWARSKRACHTGROOTH. $\bar{K} = \frac{K_y}{\rho \cdot S} = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} V^2 (m^2/s^2)$



WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

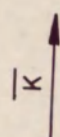
MOD. 265 - 7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 50

SCHALEN : Plan 1/40.000
Dwarskrachtgr. 1cm=0,25m²/s²

DWARSKRACHTLIJNEN T0-TR9-10-18-19-T21
T22-VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



Vaarlijn

km

TR10

TR19

TR9

TR18

T22

T21

T0

TR10-TR19

TR9-TR18

ZEEBRUGGE

T0	GEULDIEPTE PAS V.H. ZAND
TR 9 1250m	Z -15m
TR 10 1750m	Z -15m
TR 18 1250m	Z -13m
TR 19 1750m	Z -13m
T 21	Z -12,5m
T 22	Z -15m

DWARSKRACHT $K_y = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot \rho \cdot SV^2 (\text{newton})$

DWARSKRACHTGROOTH. $\bar{K} = \frac{K_y}{\rho \cdot S} = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} V^2 (m^2/s^2)$

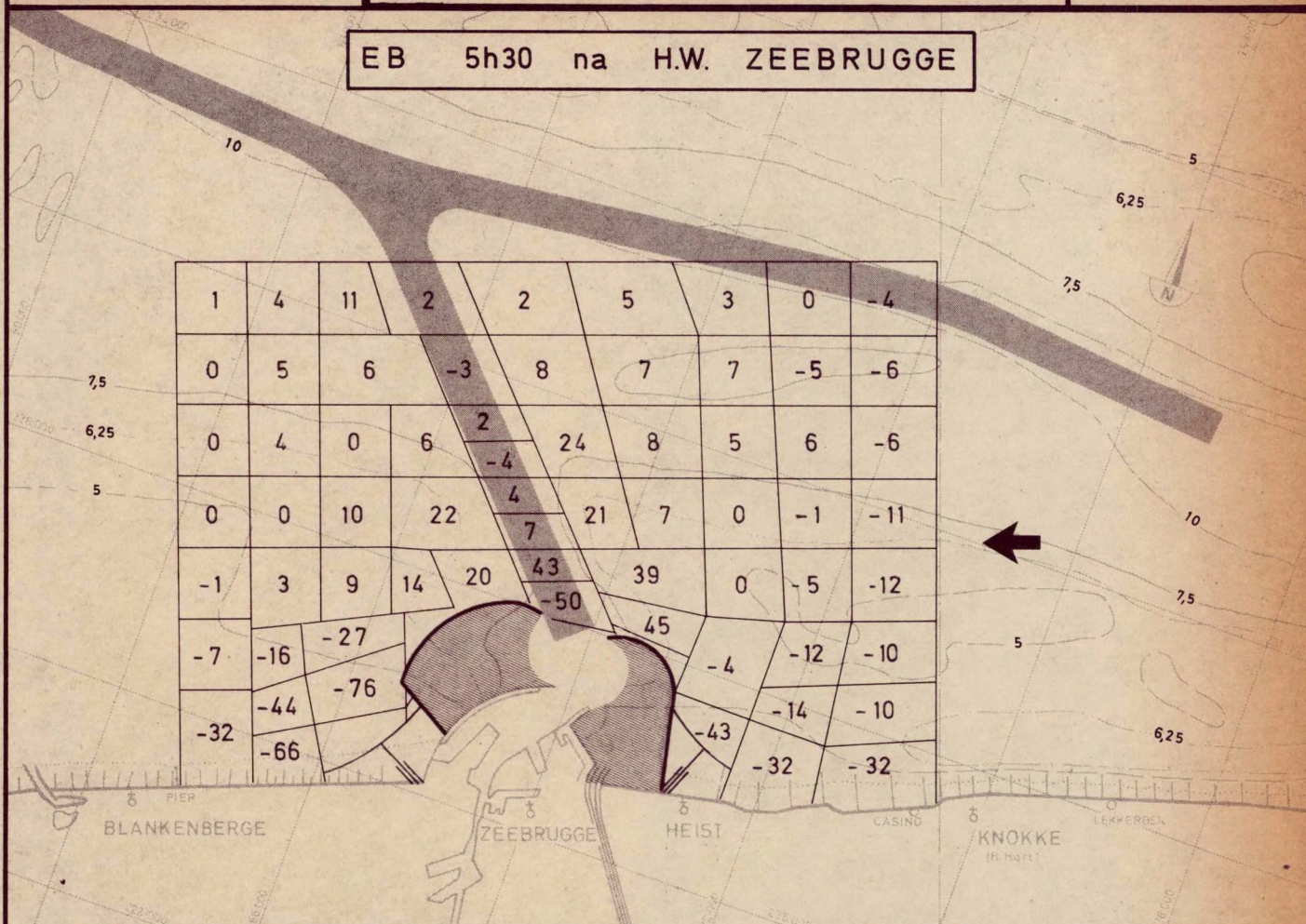


SCHAAL : 1 / 100.000

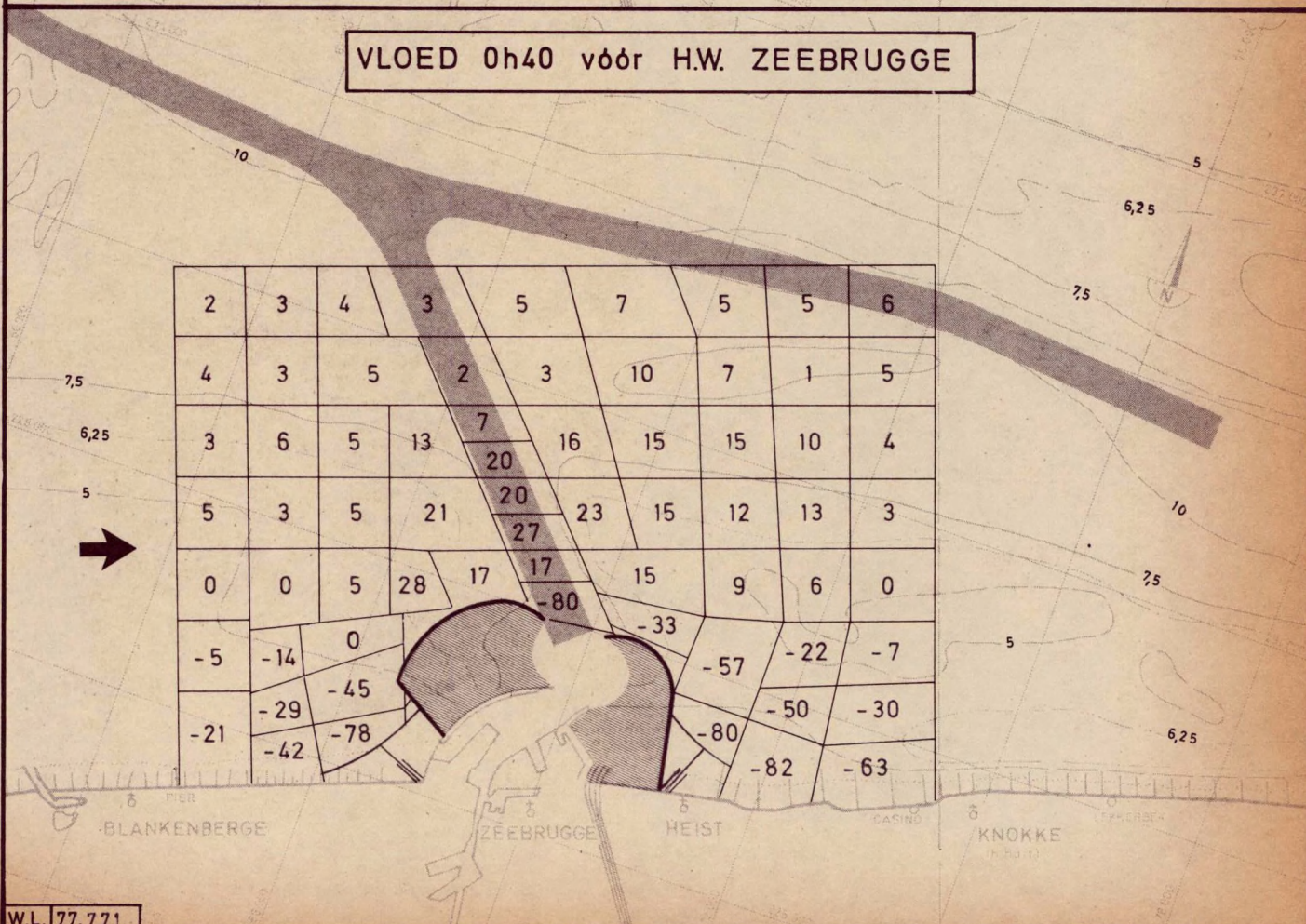
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR 18 UITBOUW 1250 m

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



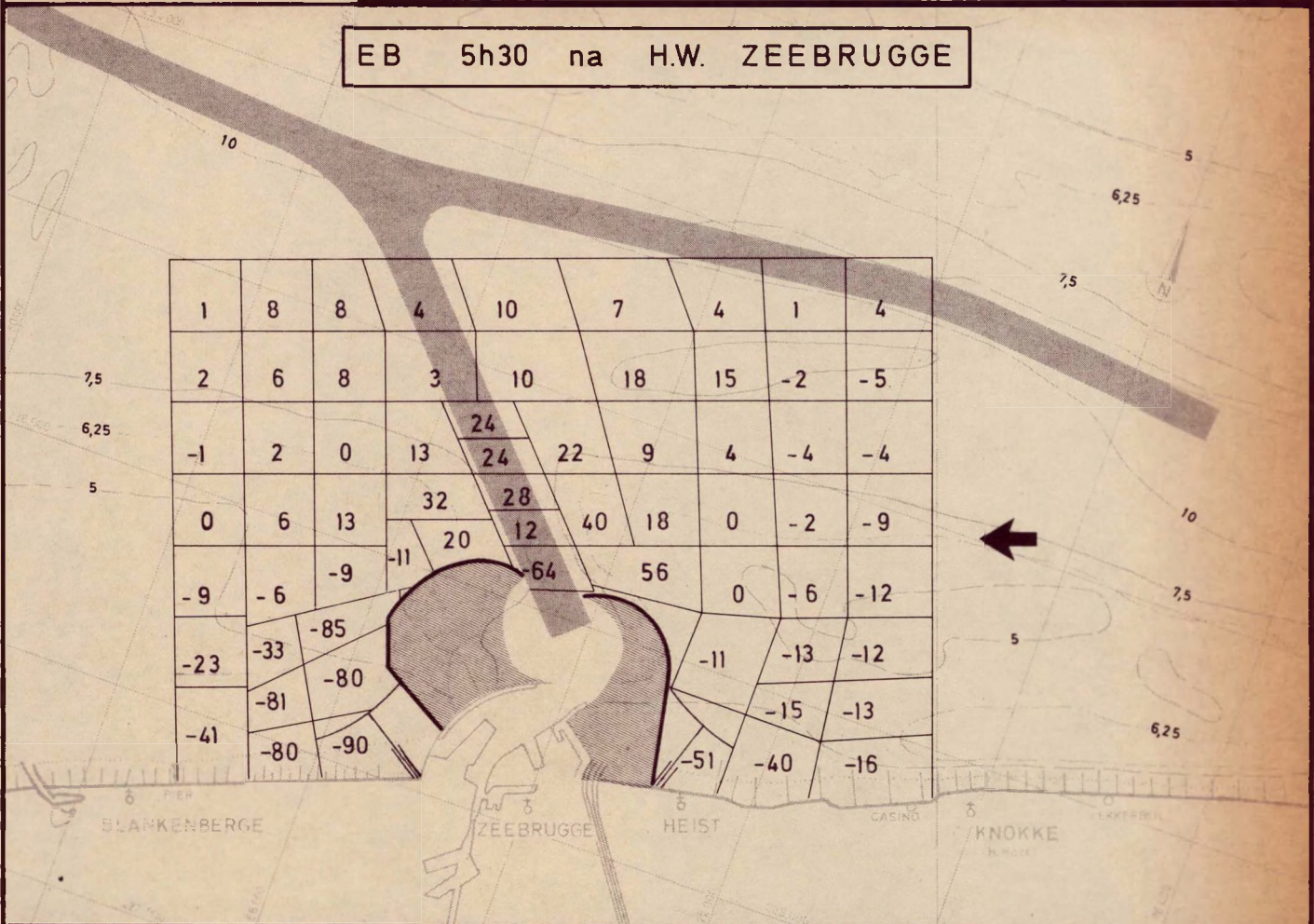


SCHAAL : 1 / 100.000

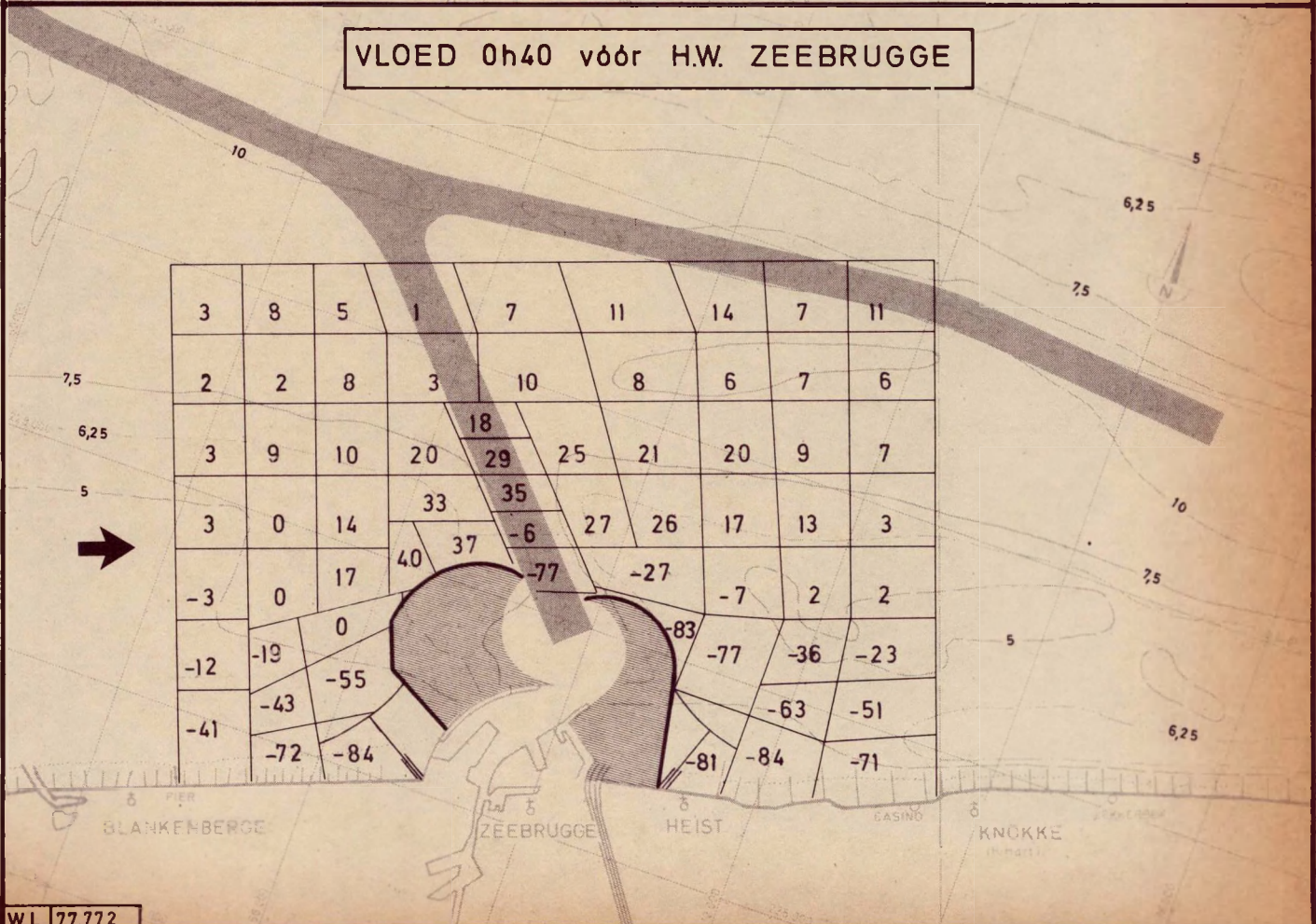
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR19 UITBOUW 1750 m

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

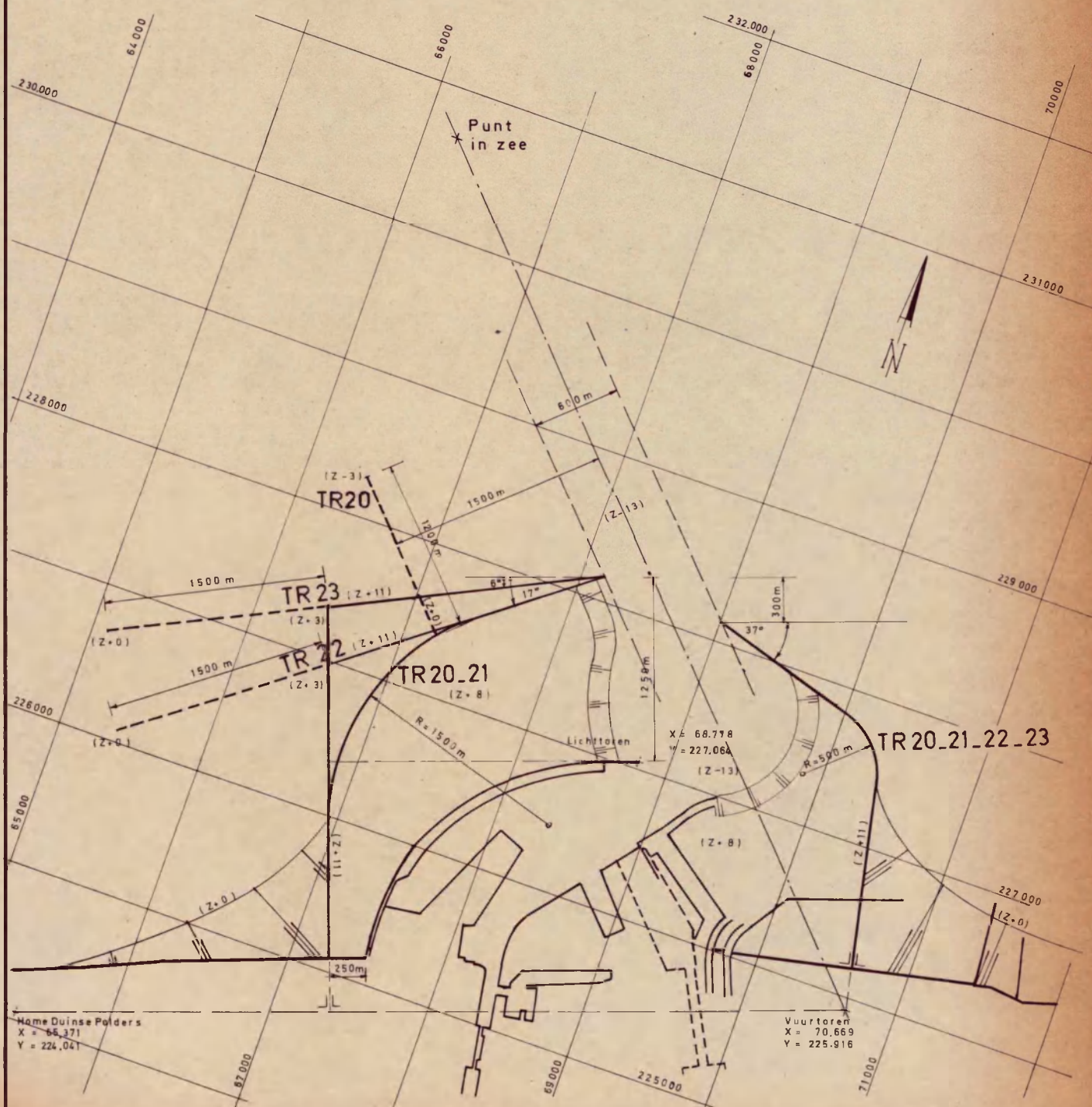


SCHAAL : 1 / 40.000

Lambert projectie

VORMGEVING TRACE BUITENHAVEN
LIGGINGSPLAN HAVENDAMMEN
1^e FASE (TR 20 tot TR 23) UITBOUW 1250m

TOESTAND	TR20	TR21	TR22	TR23
VARIANTE	C1	A	B3	B2

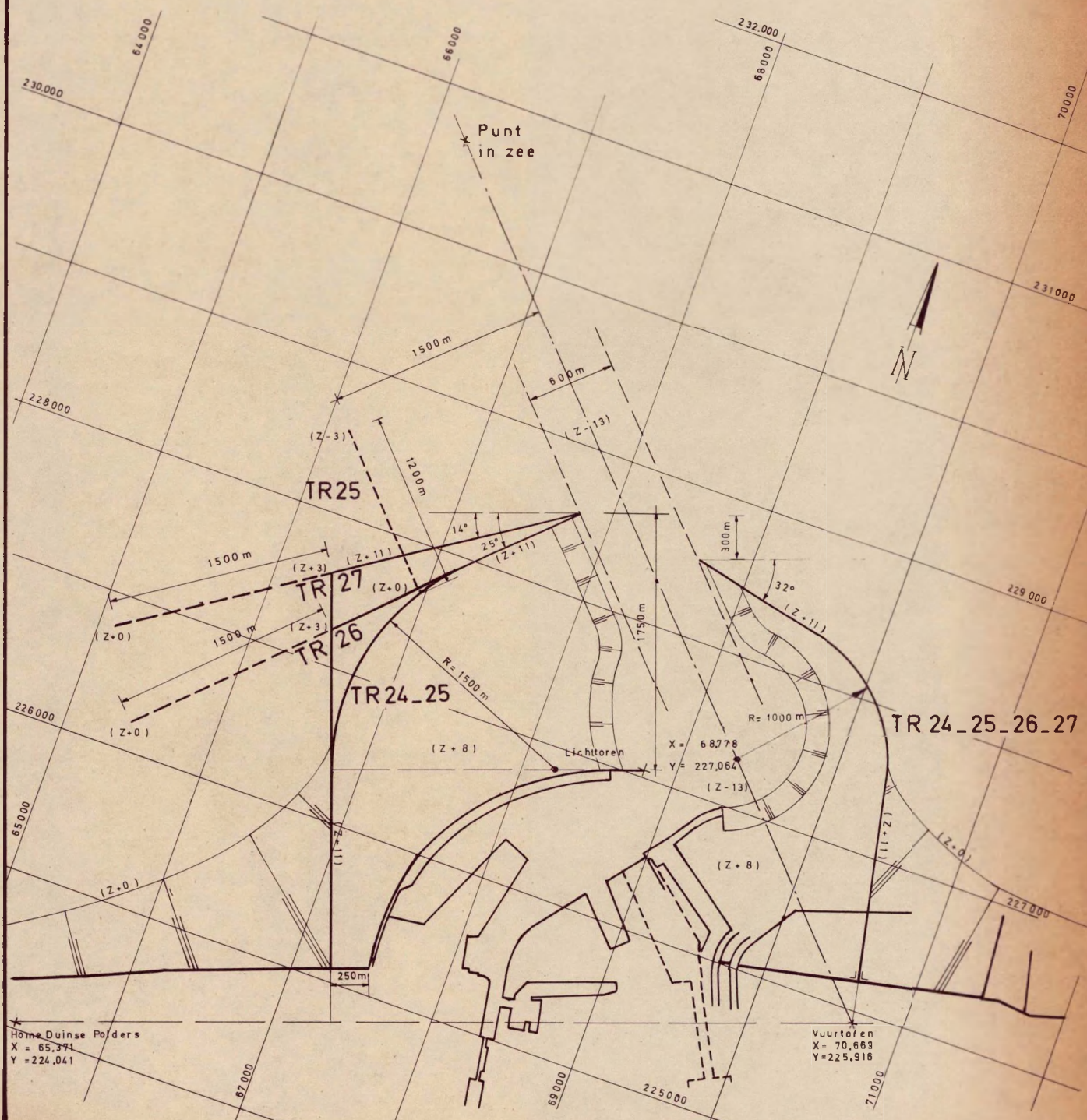


SCHAAL : 1 / 40.000

Lambert projectie

VORMGEVING TRACE BUITENHAVEN
LIGGINGSPLAN HAVENDAMMEN
1° FASE (TR24 tot TR27) UITBOUW 1750 m

TOESTAND	TR24	TR25	TR26	TR27
VARIANTE	A	C1	B3	B2





WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

MOD.265-7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 55

SCHALEN: Foto : 1/50.000
Snelheid : 1cm = 1,12 m/s natuur
Lambert projectie

STROOMBEELD MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
TR 21 UITBOUW 1250m VARIANTE A

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE





WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

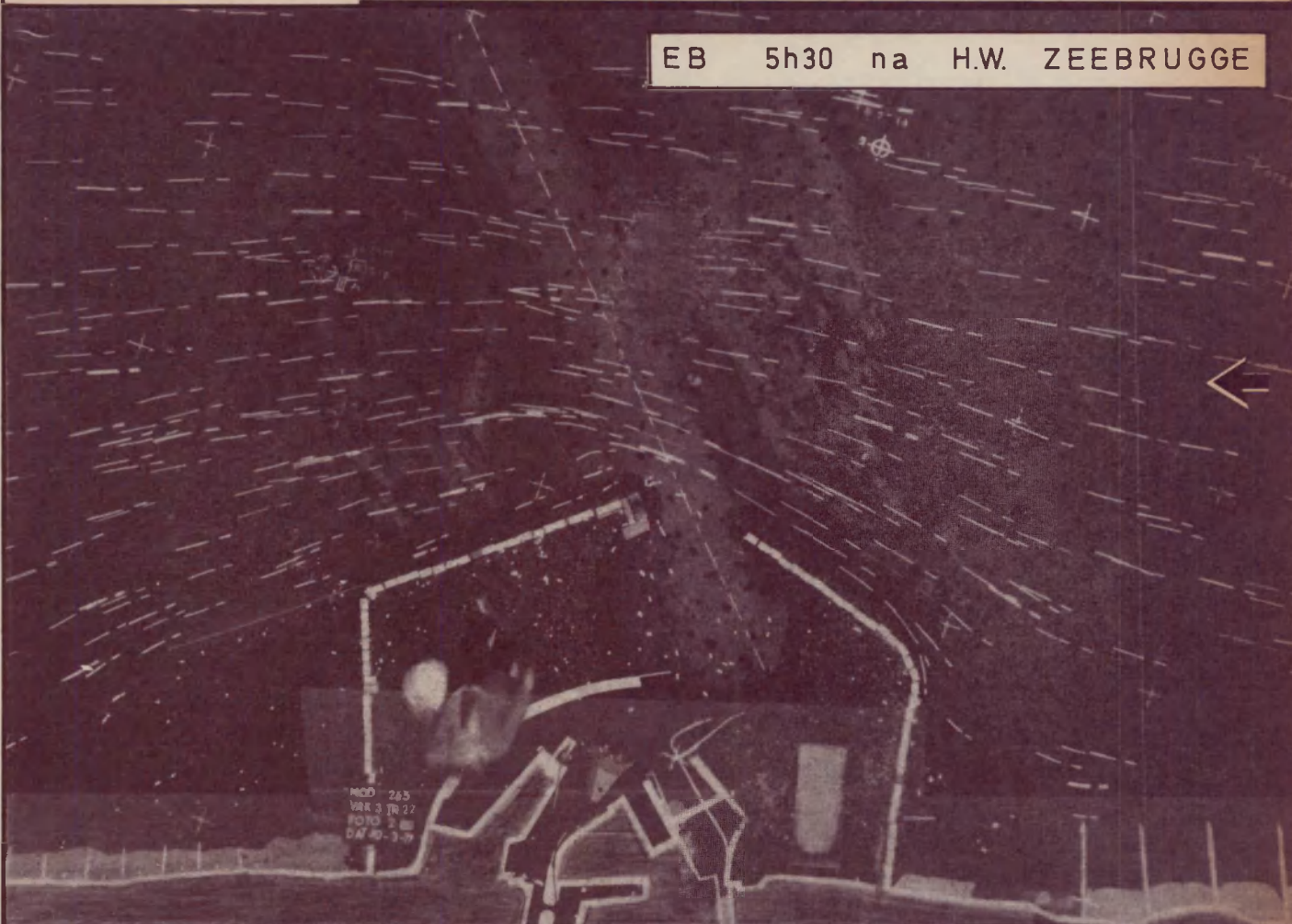
MOD.265-7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 56

SCHALEN: Foto : 1/50.000
Snelheid : 1cm = 1,12 m/s natuur
Lambert projectie

STROOMBEELD MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
TR 22 UITBOUW 1250 m VARIANTE B3

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE





WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

MOD. 265-7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 57

SCHALEN : Plan 1/40.000
Dwarskrachtgr. 1cm=0,25 m²/s²

DWARSKRACHTLIJNEN T0-TR20-21-22-23
EB 5h30 nà H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



60.000

7,5

10

234.000

1,5

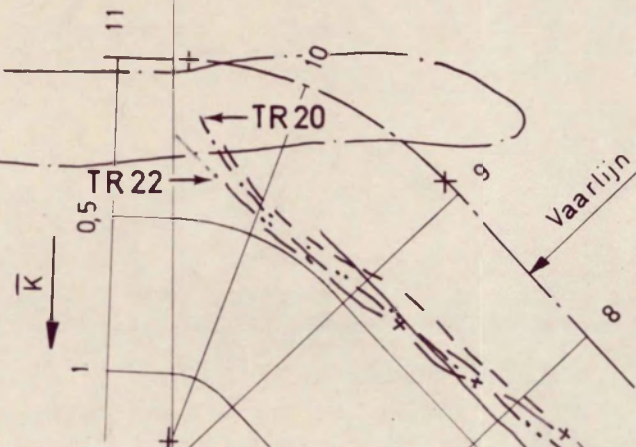
231.000

5

228.000

5

225.000



TR21

km

TR23

TR20-21-22-23

T0

ZEEBRUGGE

T0

TR 20 1250m

TR 21 1250m

TR 22 1250m

TR 23 1250m

VARIANTEN

C1

A

B3

B2

DWARSKRACHT

$$K_y = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot \rho \cdot S V^2 (\text{newton})$$

DWARSKRACHTGROOTH.

$$\bar{K} = \frac{K_y}{\rho \cdot S} = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} V^2 (m^2/s^2)$$



WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

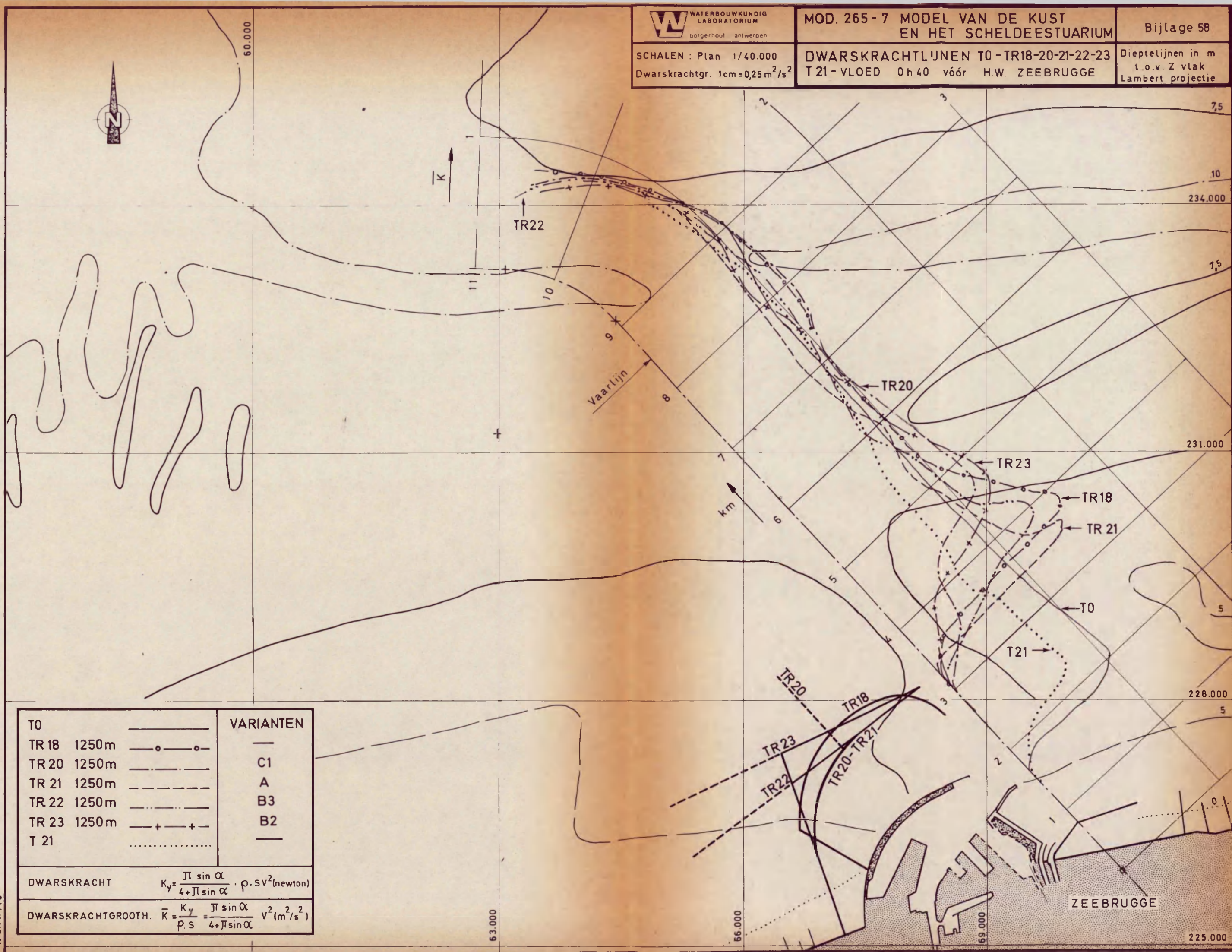
MOD. 265 - 7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 58

SCHALEN : Plan 1/40.000
Dwarskrachtgr. $1\text{cm}=0,25\text{m}^2/\text{s}^2$

DWARSKRACHTLIJNEN T0 - TR18-20-21-22-23
T 21 - VLOED 0 h 40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



T0			VARIANTEN	
TR 18	1250m	—○—○—	—	C1
TR 20	1250m	— — — — —	—	A
TR 21	1250m	- - - - -	—	B3
TR 22	1250m	— · · · —	—	B2
TR 23	1250m	— + — + —	—	
T 21		·····	—	

DWARSKRACHT $K_y = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot \rho \cdot S V^2 (\text{newton})$

DWARSKRACHTGROOTH. $\bar{K} = \frac{K_y}{\rho \cdot S} = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} V^2 (\text{m}^2/\text{s}^2)$

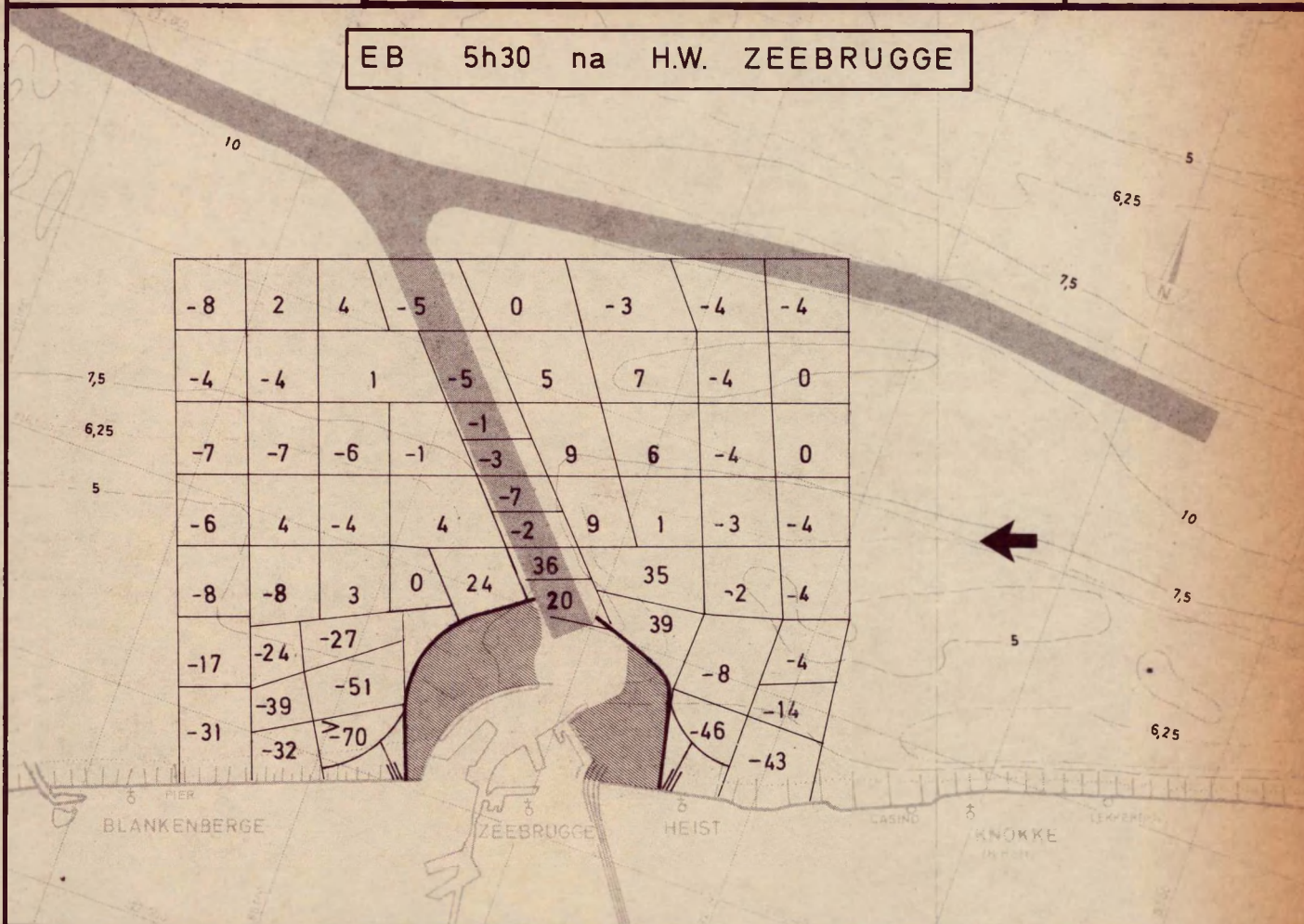


SCHAAL : 1 / 100.000

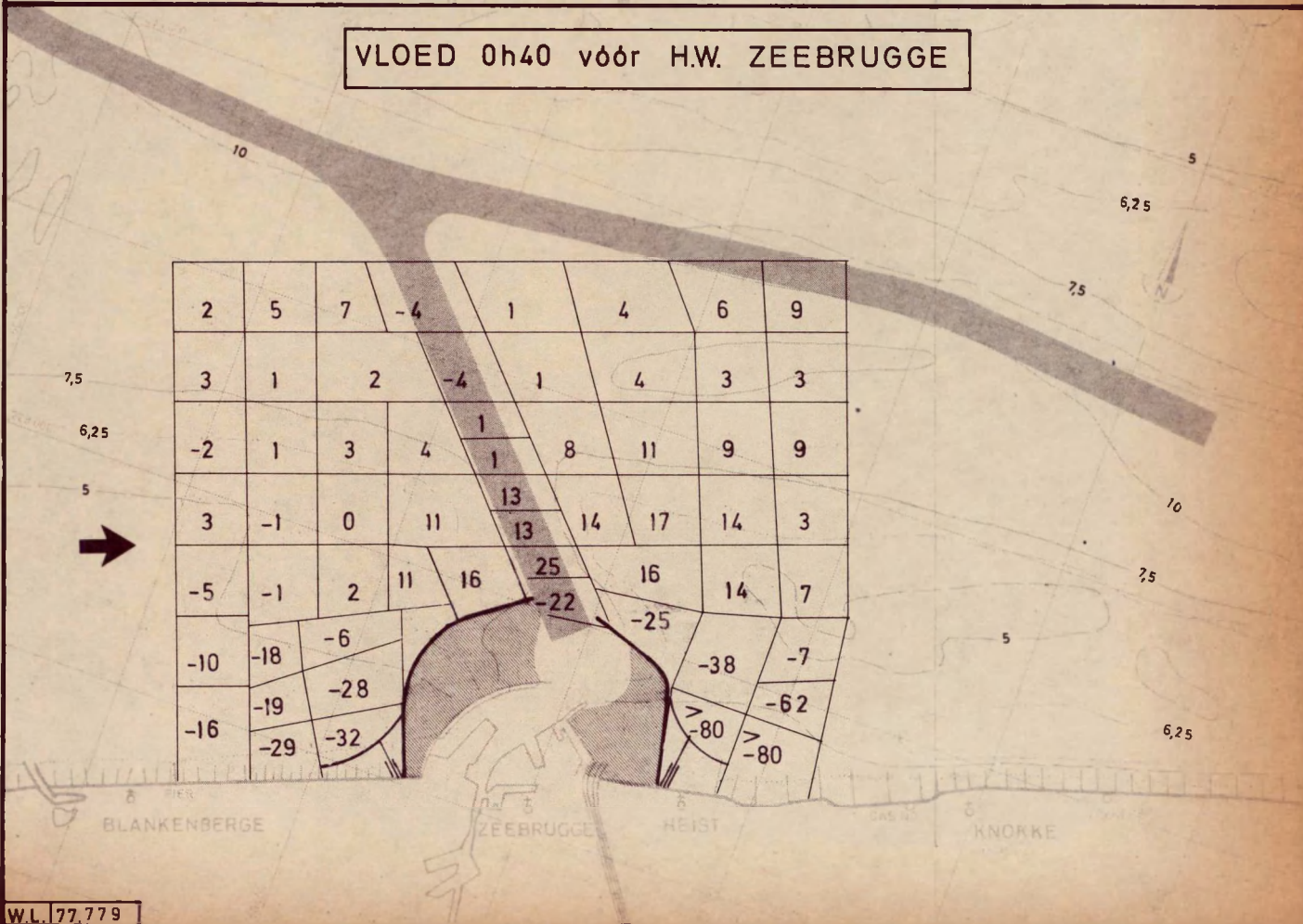
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR 21 UITBOUW 1250m (var. A)

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



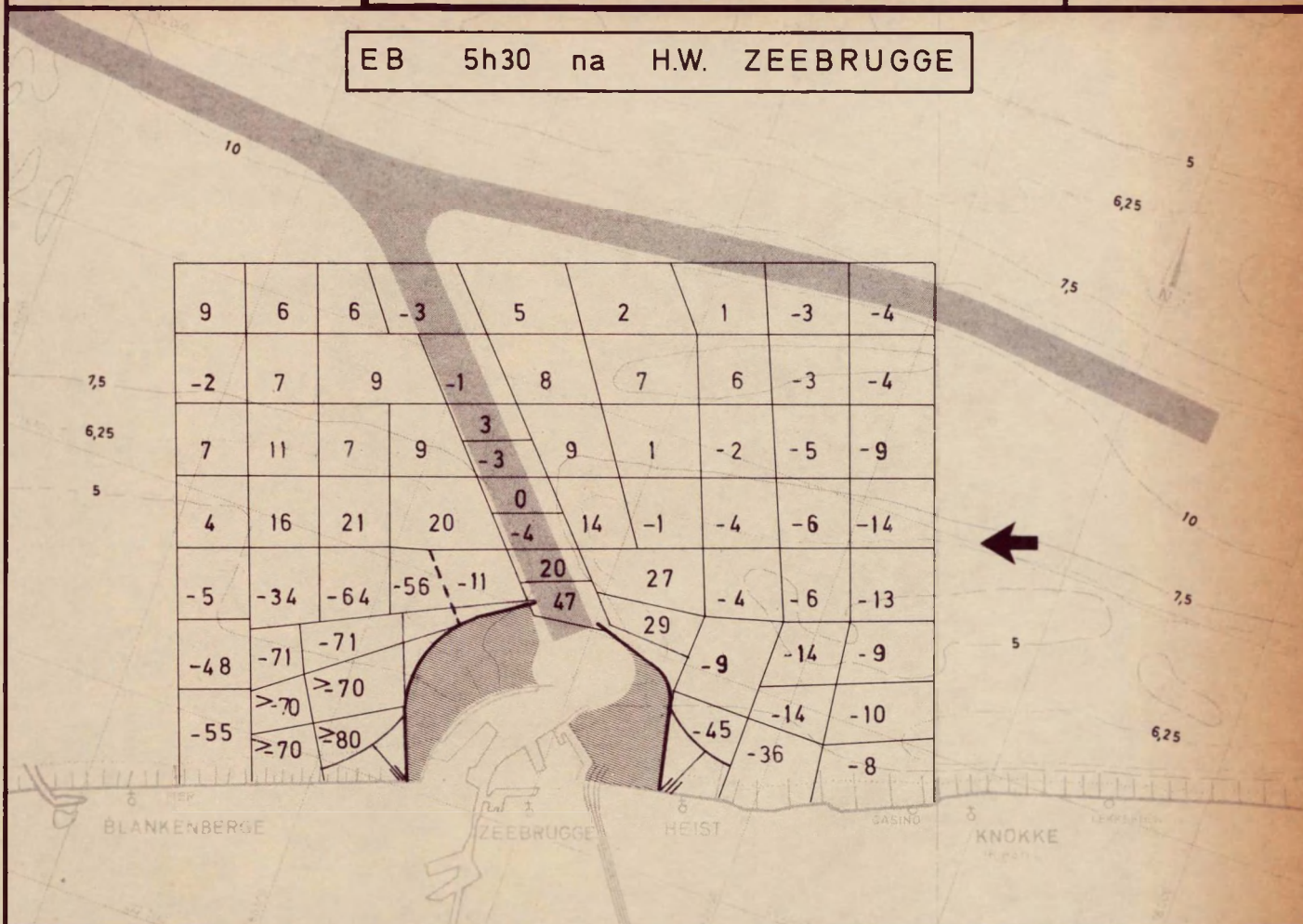


SCHAAL : 1 / 100.000

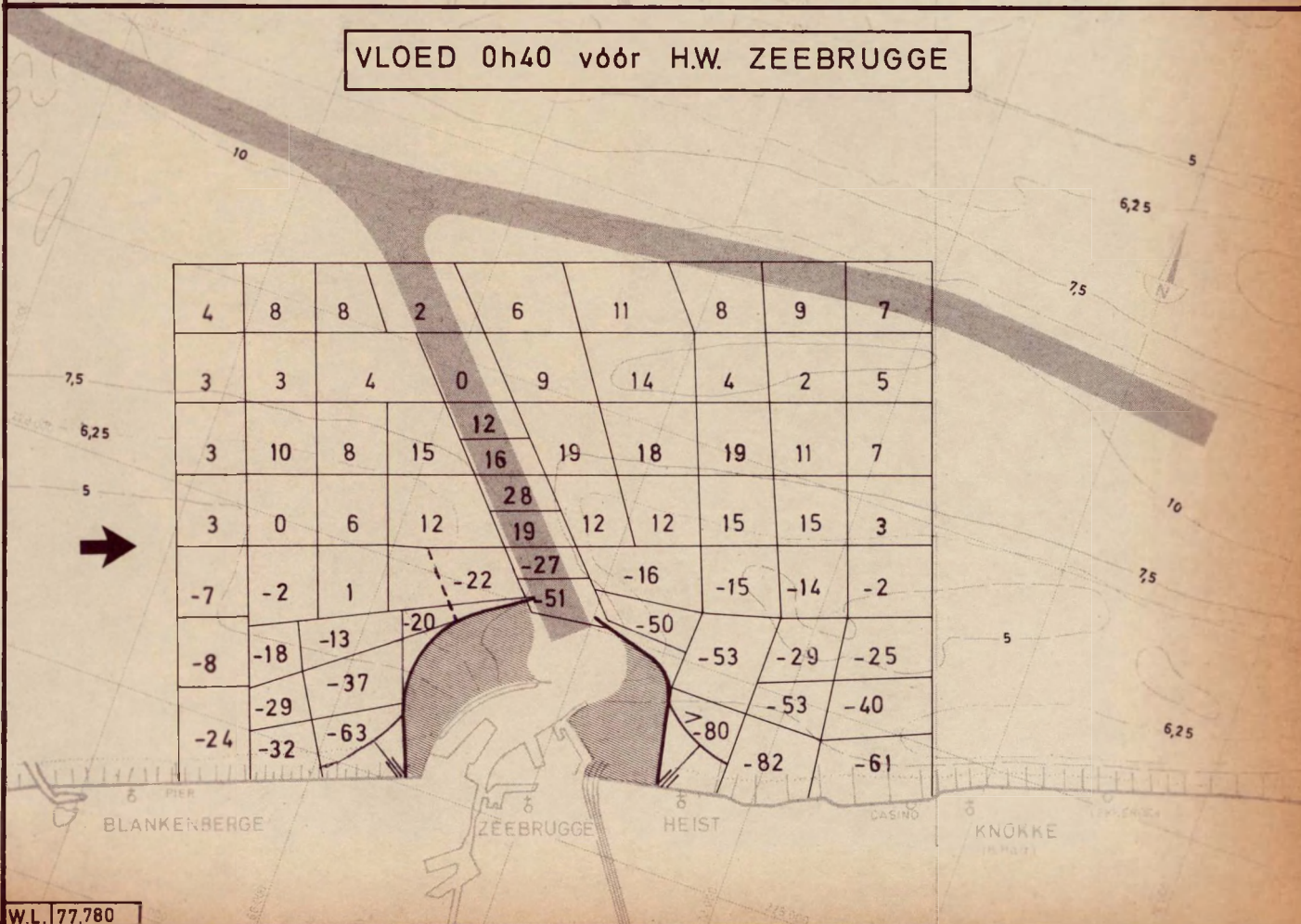
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR 20 UITBOUW 1250m (var.C1)

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



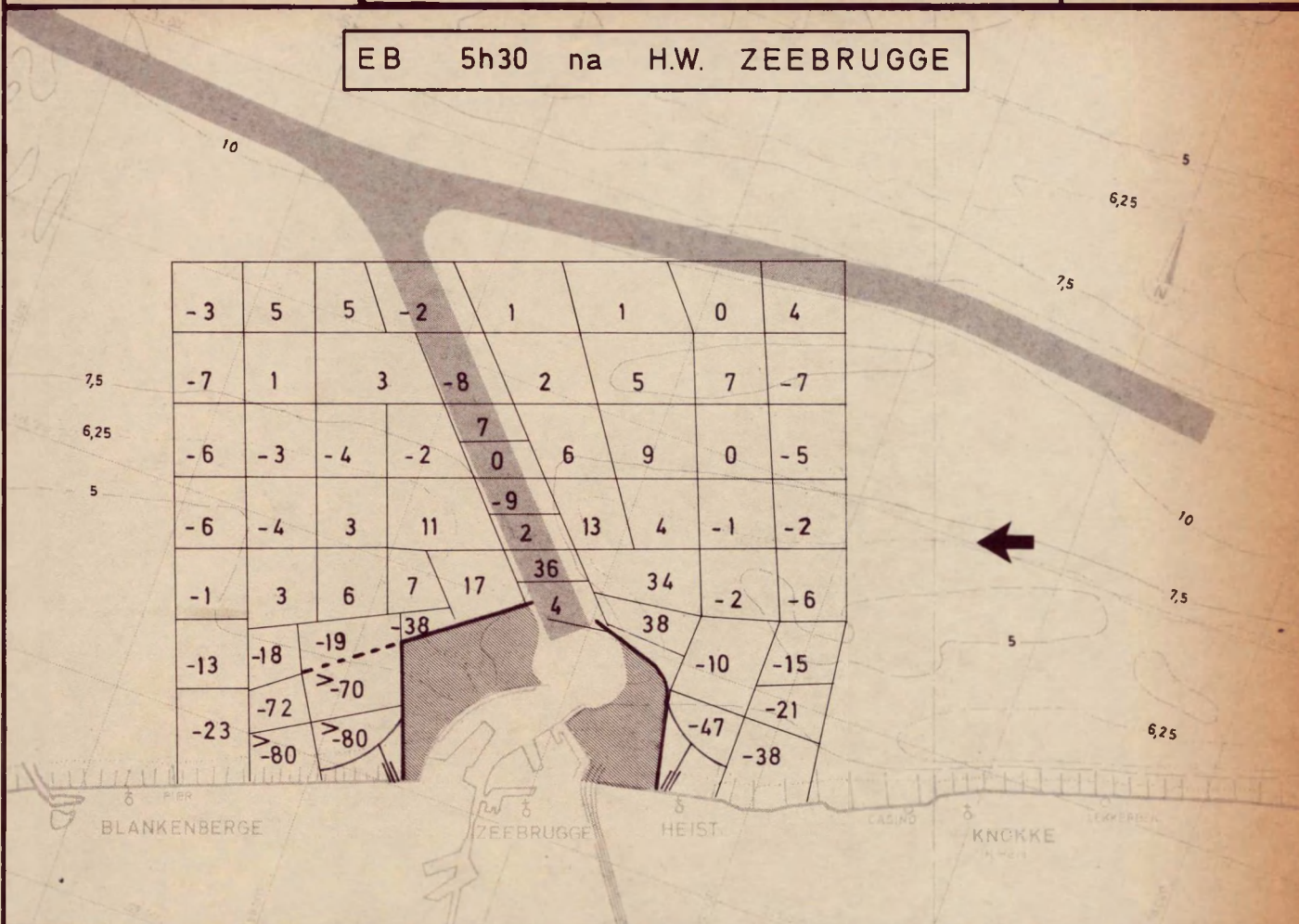


SCHAAL : 1 / 100.000

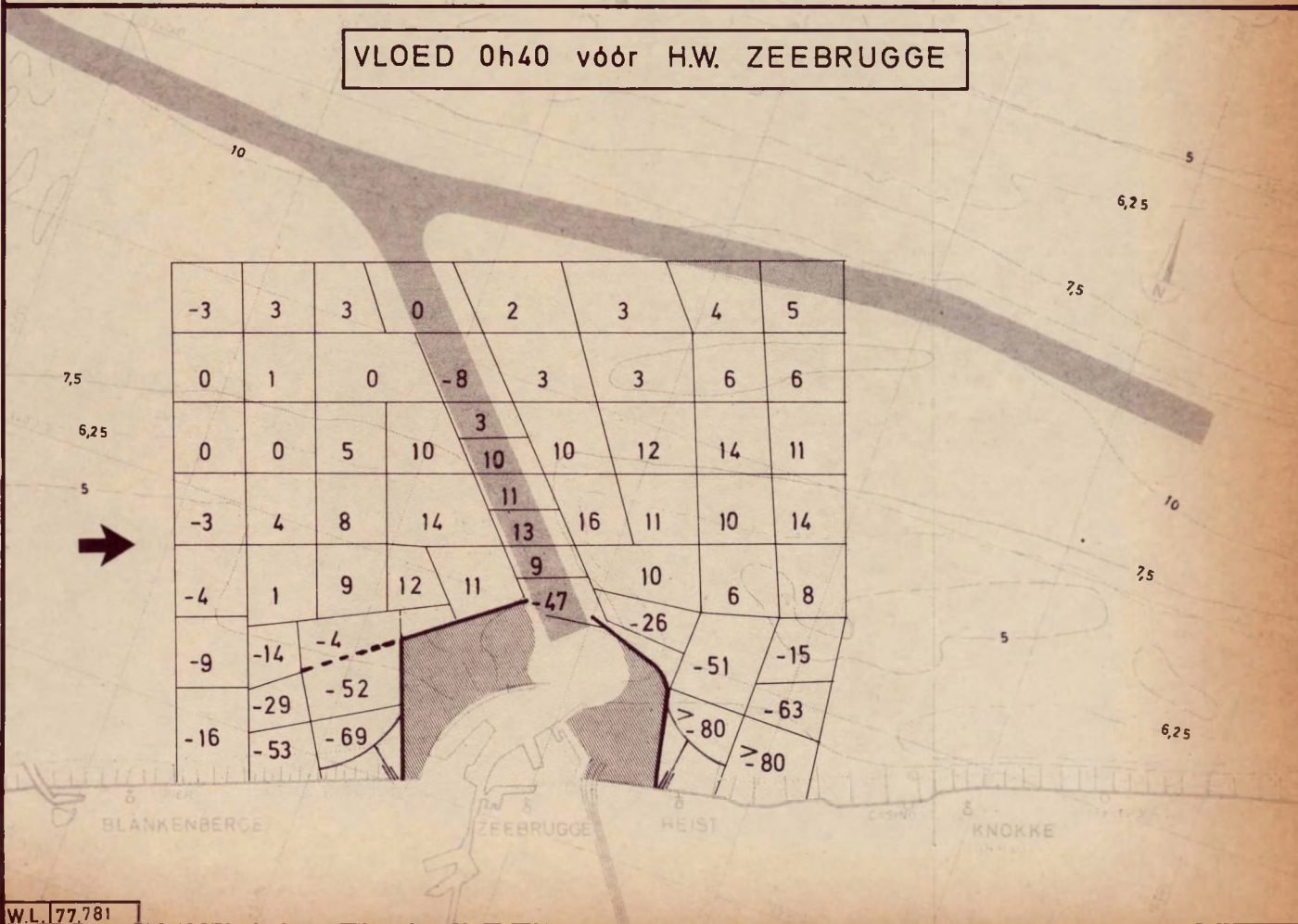
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR 22 UITBOUW 1250m (var.B3)

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



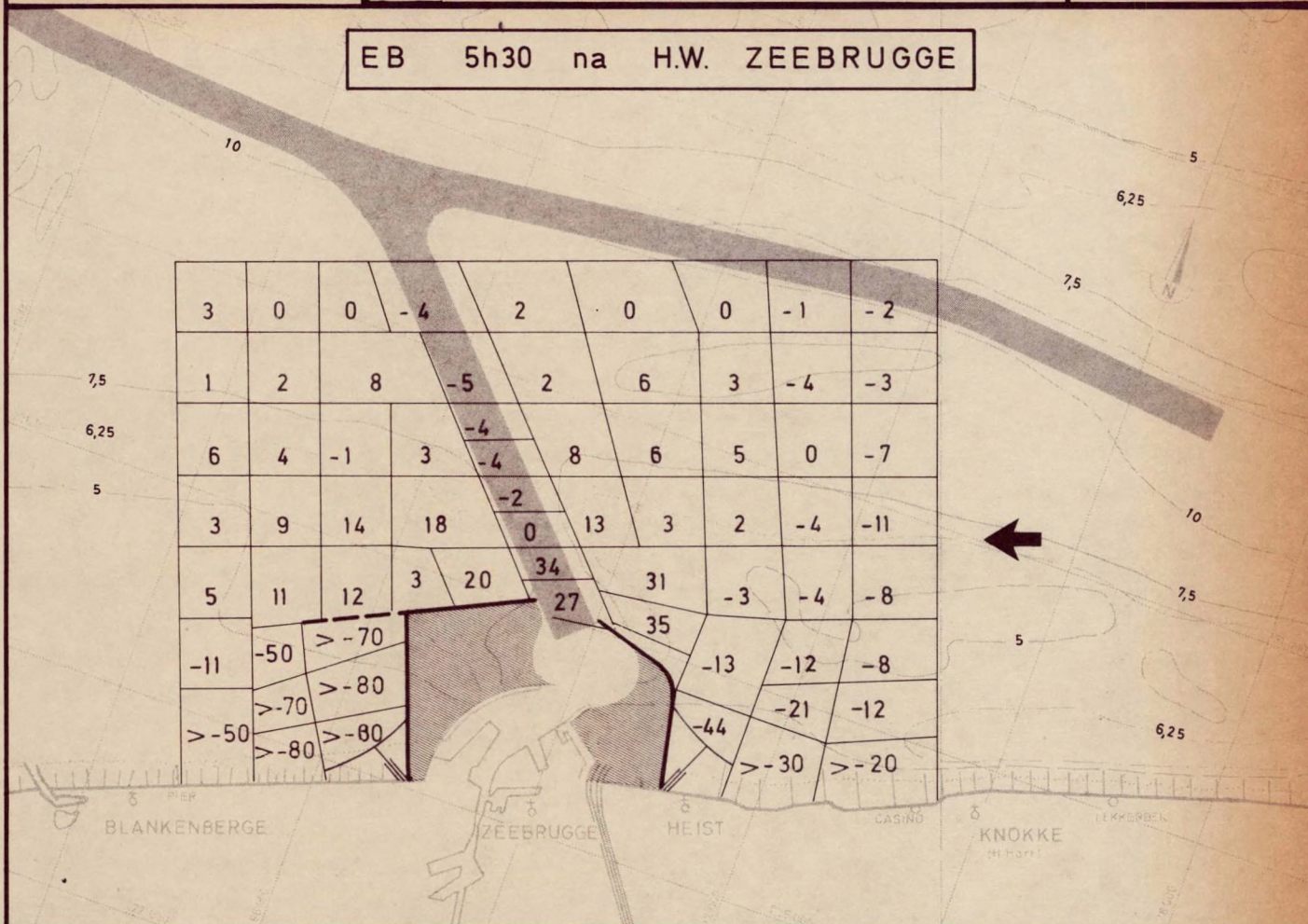


SCHAAL : 1 / 100.000

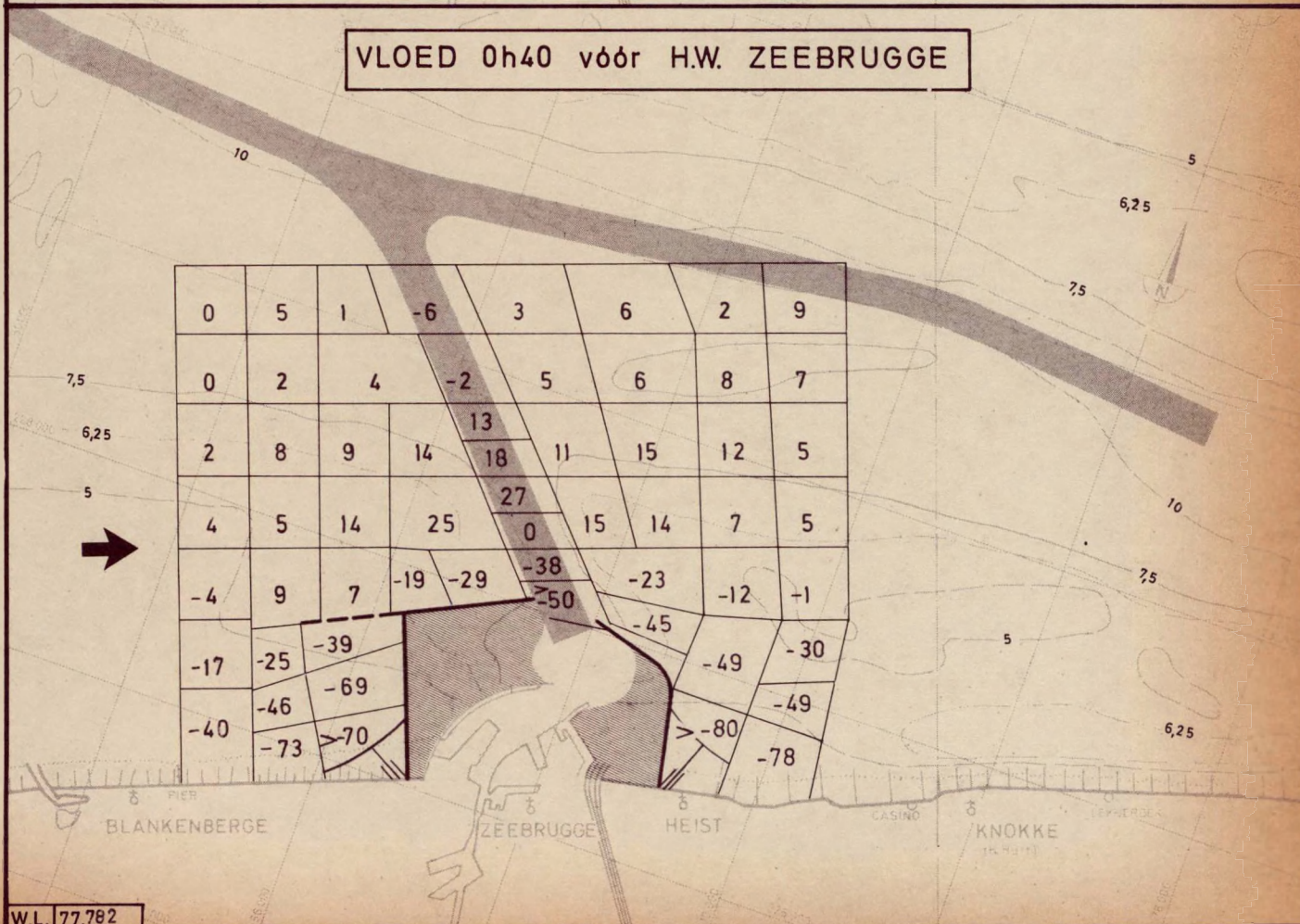
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR 23 UITBOUW 1250m (var. B2)

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE





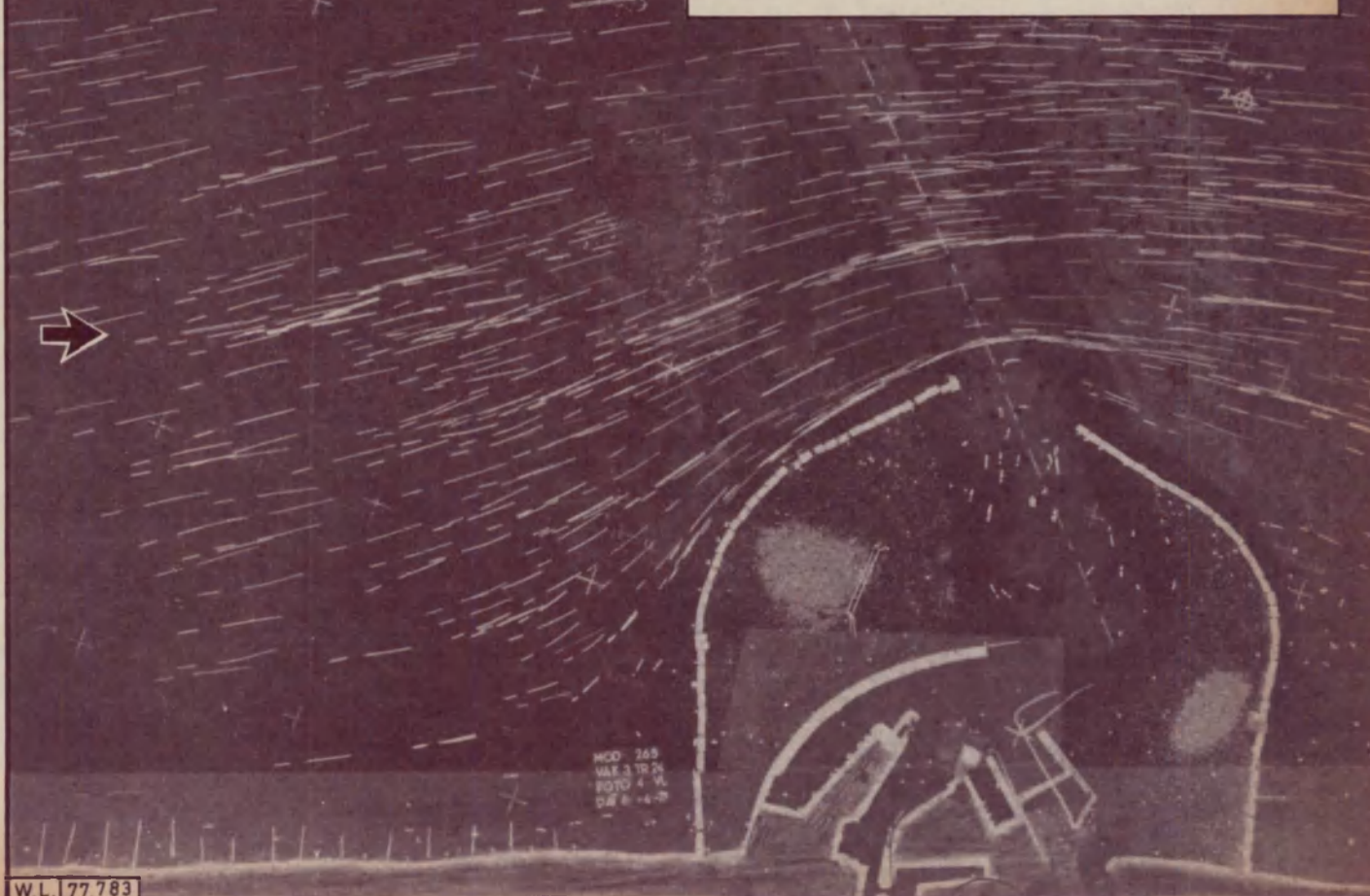
SCHALEN: Foto : 1/50.000
Snelheid : 1cm = 1,12 m/s natuur
Lambert projectie

STROOMBEELD MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
TR 24 UITBOUW 1750 m VARIANTE A

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE





WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

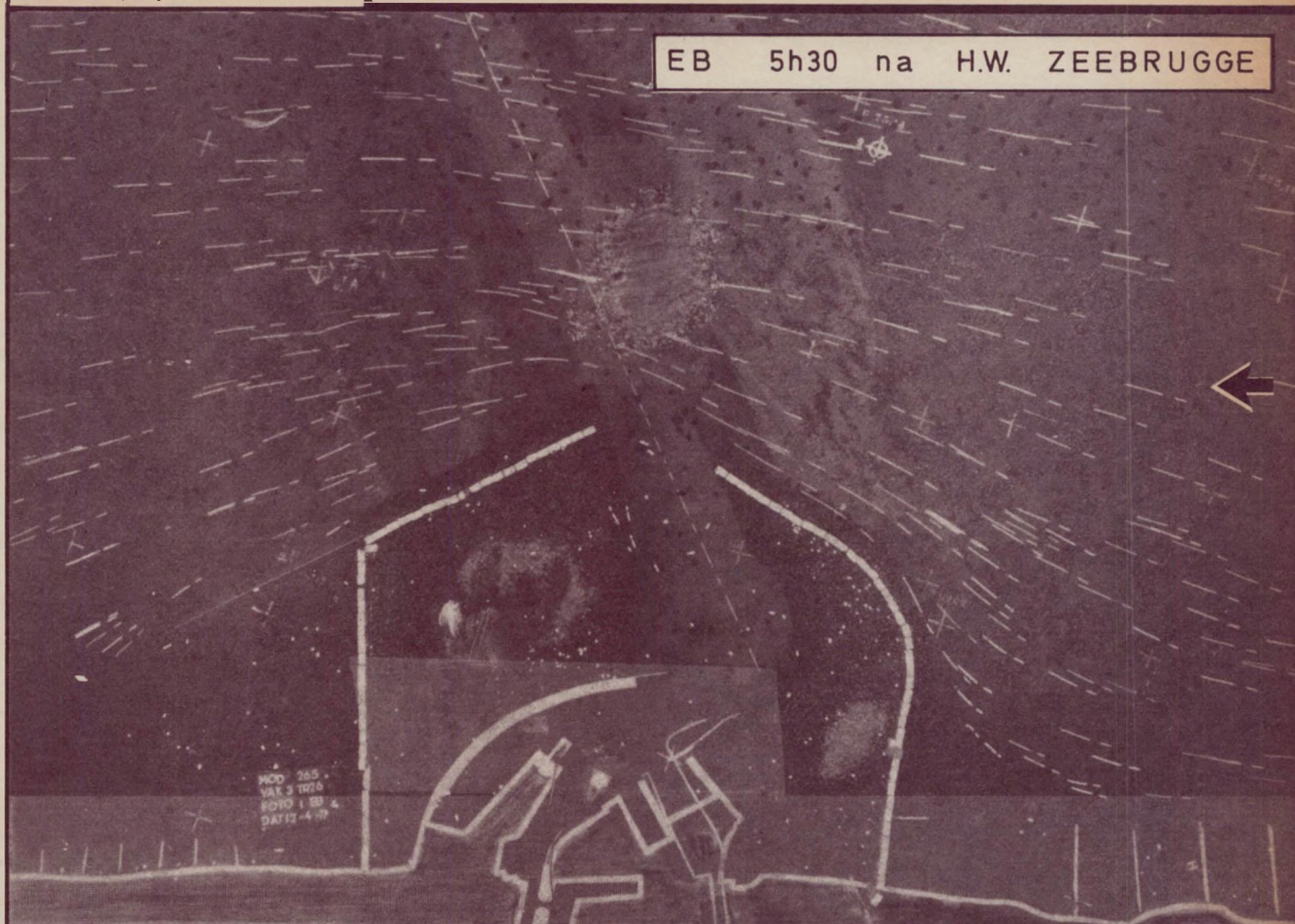
MOD.265-7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 64

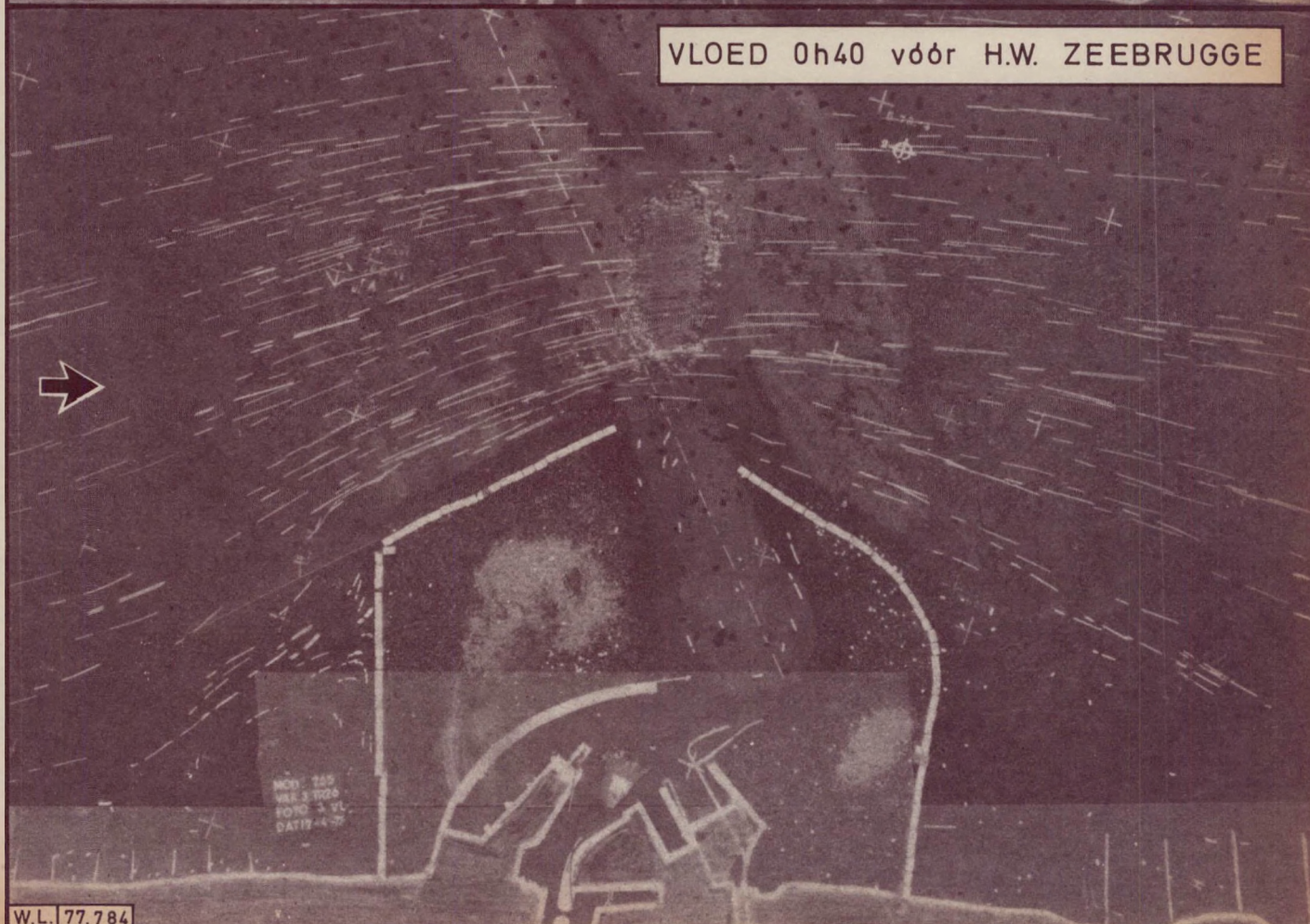
SCHALEN: Foto : 1/50.000
Snelheid : 1cm = 1,12 m/s natuur
Lambert projectie

STROOMBEELD MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
TR 26 UITBOUW 1750m VARIANTE B3

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



SCHALEN : Plan 1/40.000
Dwarskrachtgr. 1cm=0,25m²/s²

DWARSKRACHTLIJNEN T0-TR24-25-26-27
EB 5h30 nà H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



60.000

7,5

10

234.000

7,5

231.000

5

228.000

5

225.000

11
0,5
T0
TR26
Vaarlijn
8

TR27

TR25

TR24

TR24-25-26-27

T0

ZEEBRUGGE

63.000

66.000

69.000

T0
TR24 1750m
TR25 1750m
TR26 1750m
TR27 1750m

VARIANTEN
A
C1
B3
B2

DWARSKRACHT $K_y = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot \rho \cdot S V^2 (\text{newton})$

DWARSKRACHTGROOTH. $\bar{K} = \frac{K_y}{\rho \cdot S} = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} V^2 (m^2/s^2)$



WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

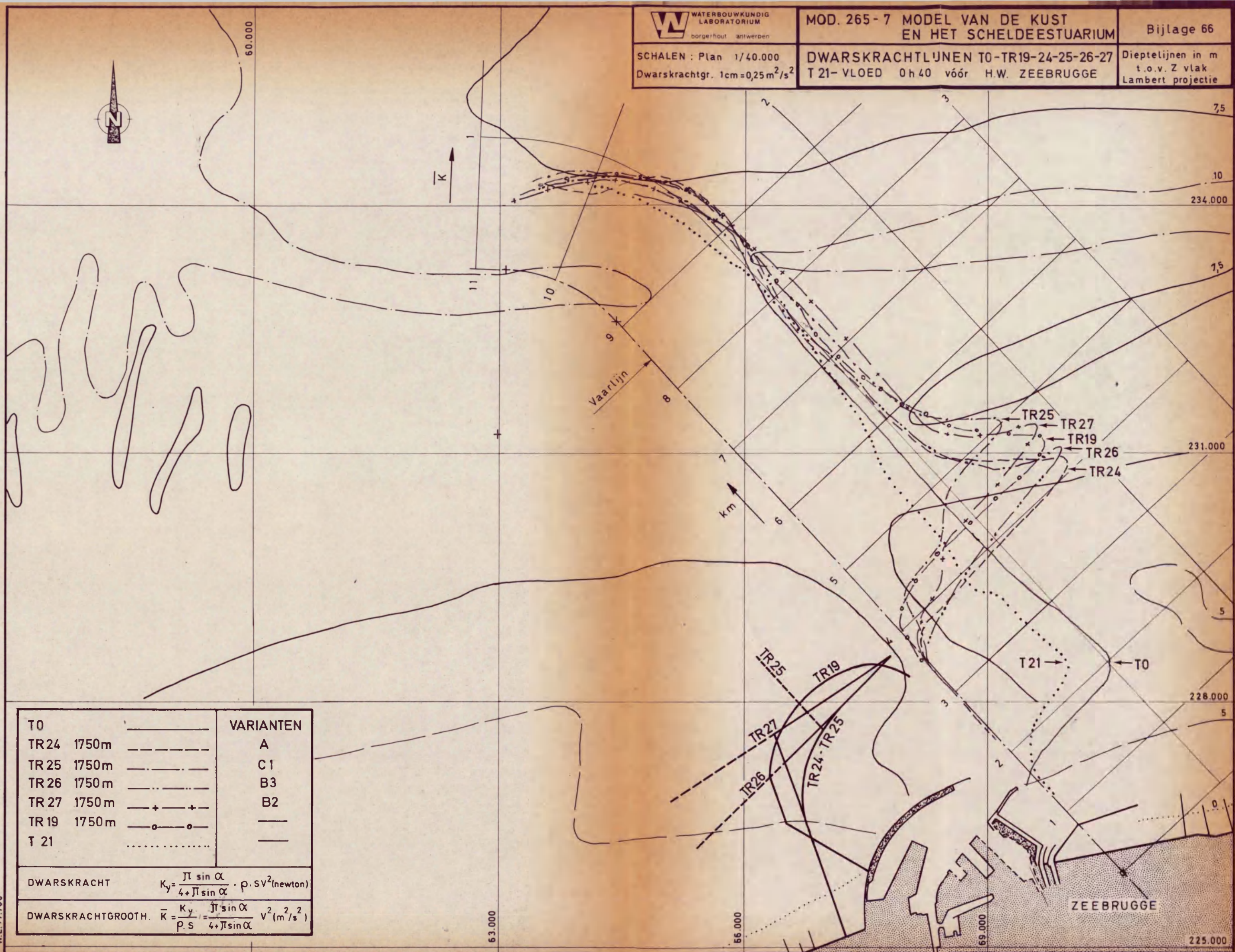
MOD. 265-7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 66

SCHALEN : Plan 1/40.000
Dwarskrachtgr. 1cm=0,25m²/s²

DWARSKRACHTLIJNEN T0-TR19-24-25-26-27
T 21- VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



T0		VARIANTEN
TR24 1750m	-----	A
TR25 1750m	-----	C1
TR26 1750m	-----	B3
TR27 1750m	---+---+	B2
TR19 1750m	---o---o---	
T 21	

DWARSKRACHT $K_y = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot \rho \cdot v^2 (\text{newton})$

DWARSKRACHTGROOTH. $\bar{K} = \frac{K_y}{\rho \cdot S} = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} v^2 (\text{m}^2/\text{s}^2)$

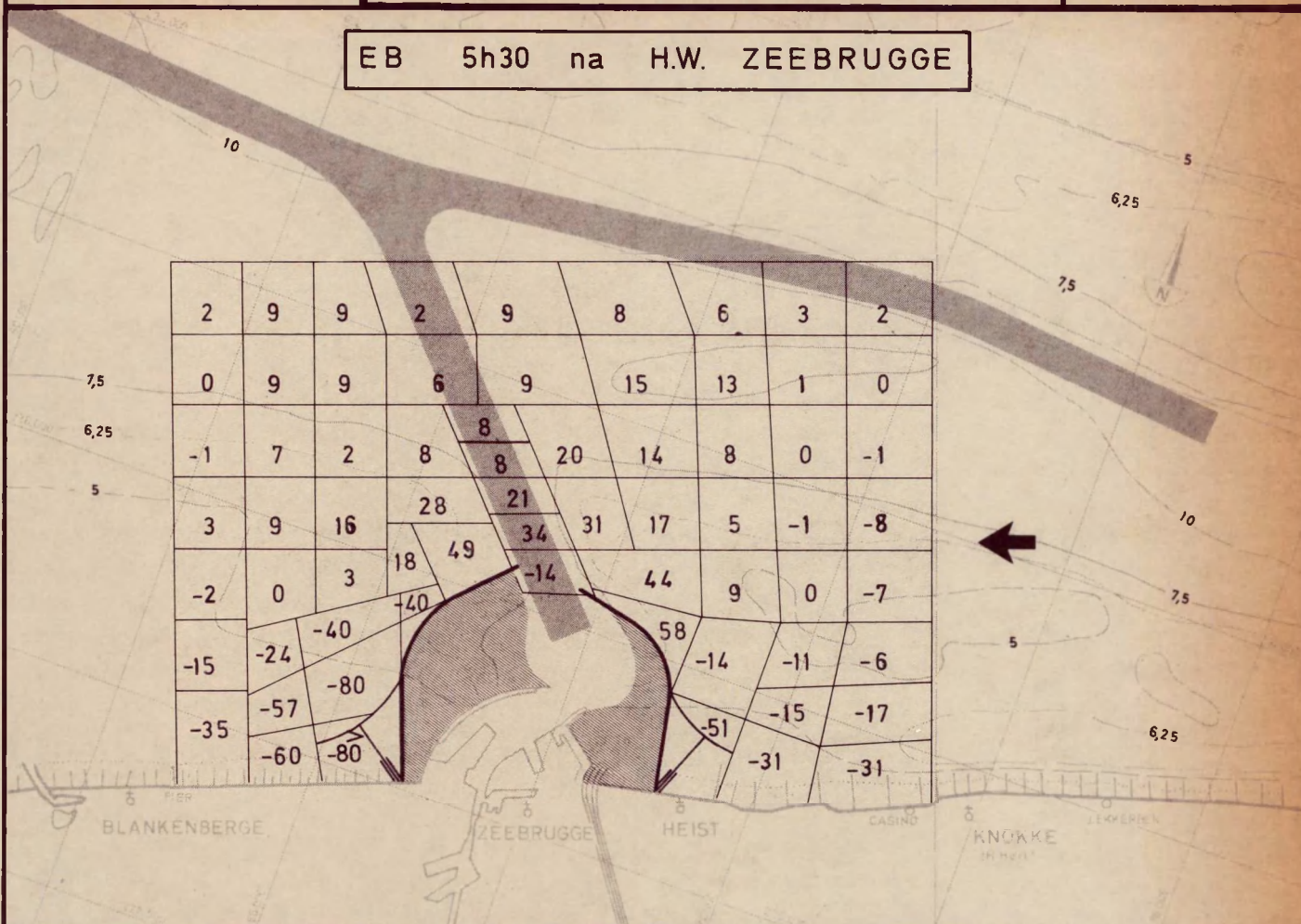


SCHAAL : 1 / 100.000

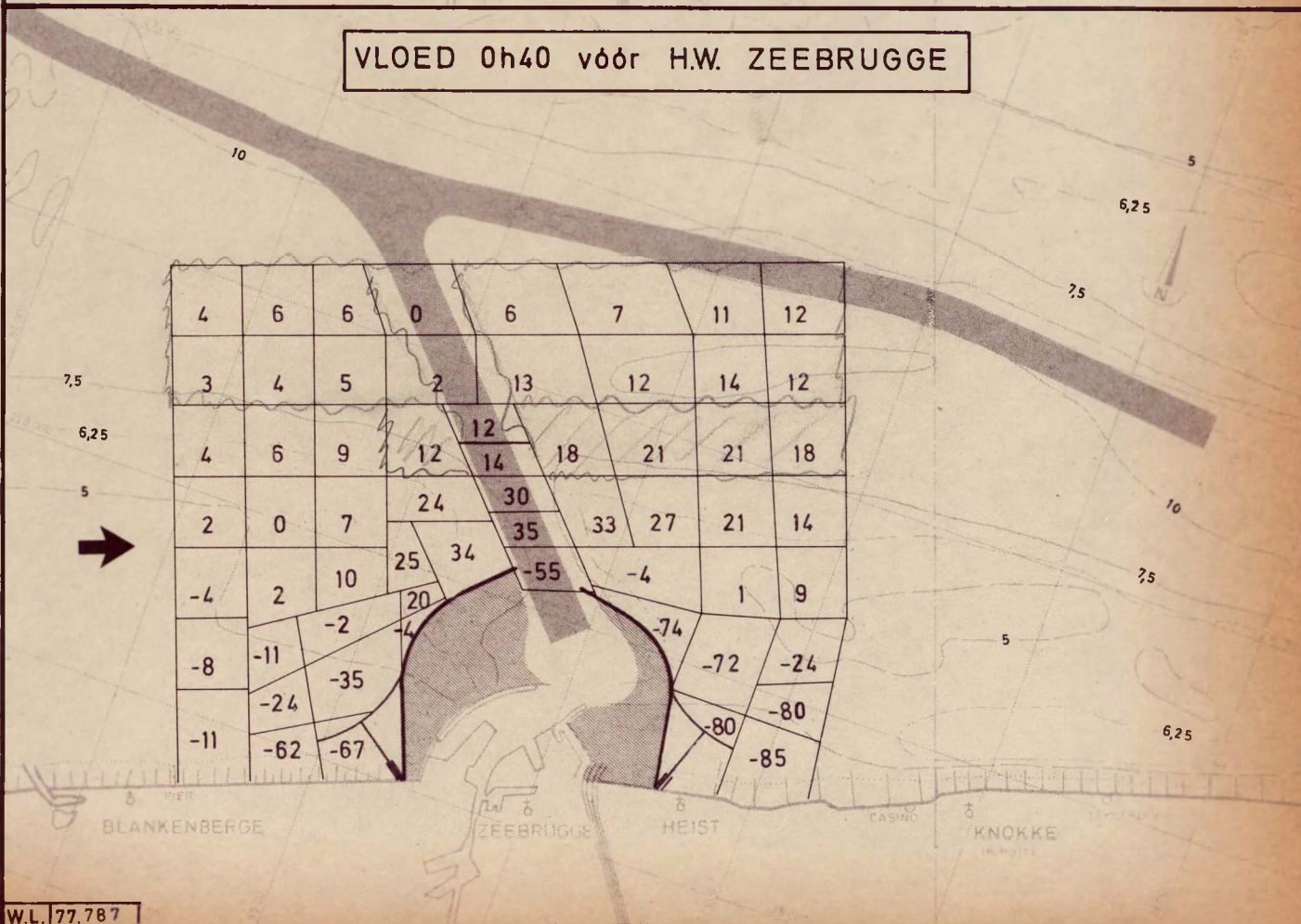
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR 24 UITBOUW 1750 m (var. A)

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE





SCHAAL : 1 / 100.000

SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR 25 UITBOUW 1750m (var.C1)

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

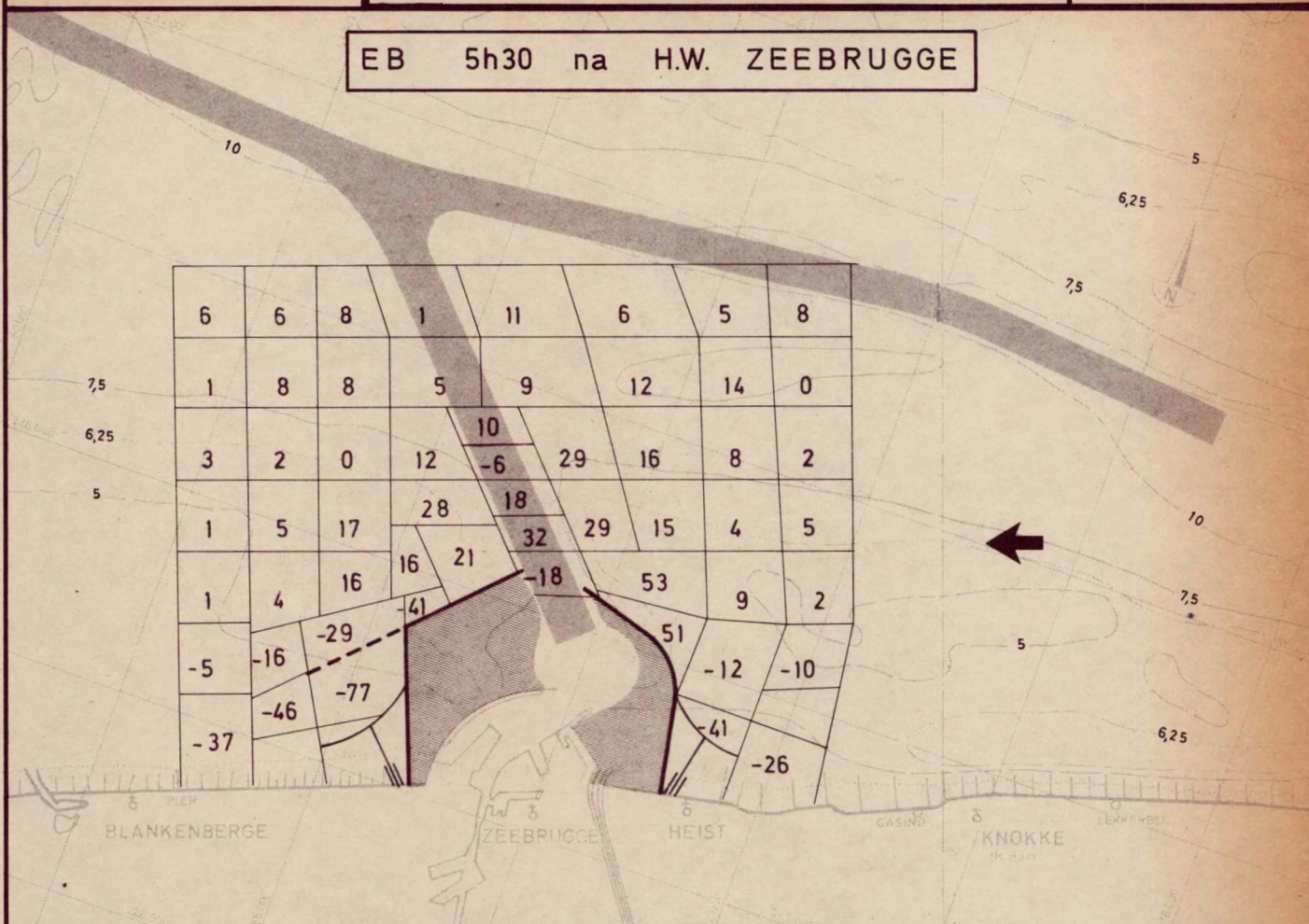


SCHAAL : 1 / 100.000

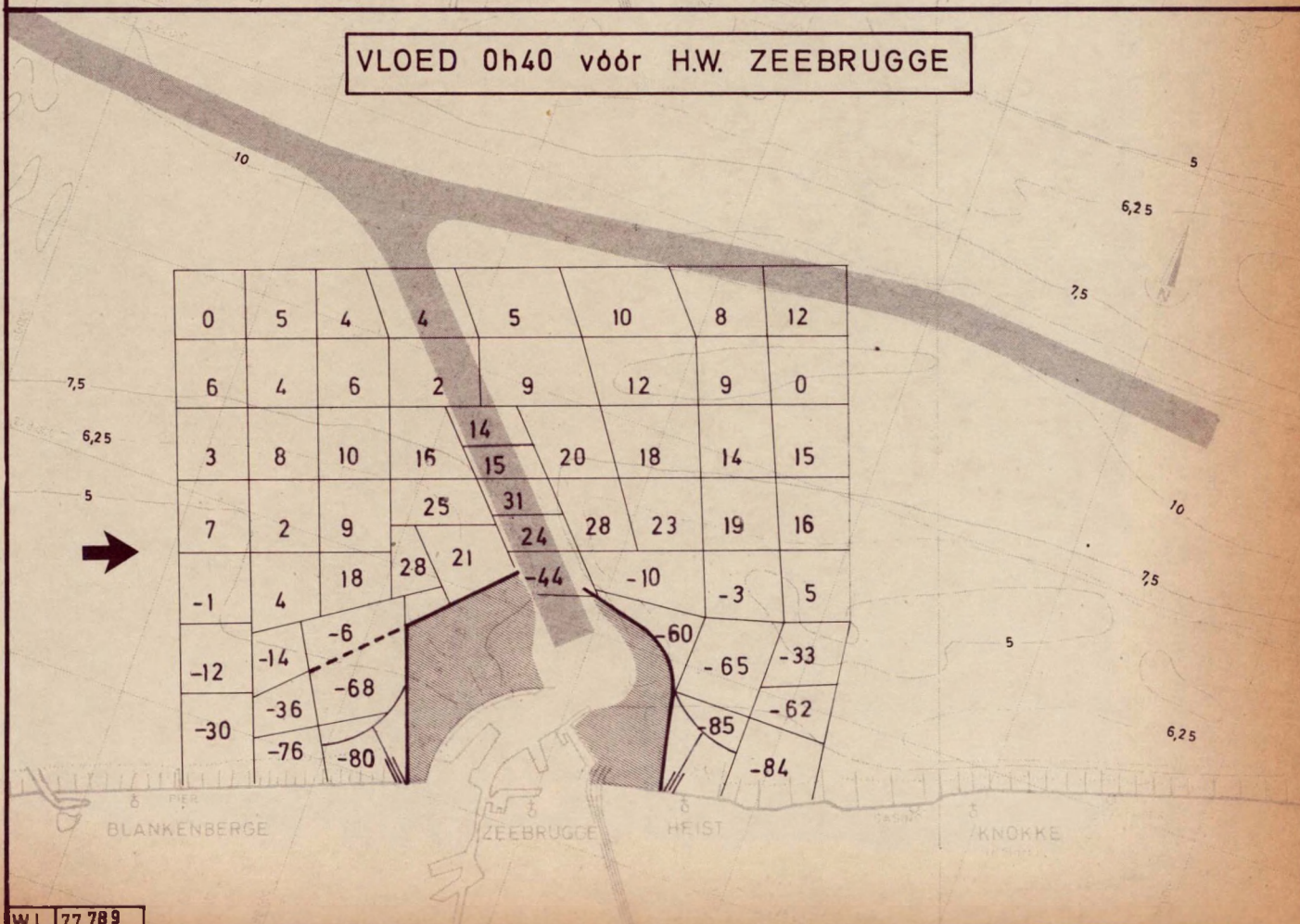
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. TO
TR 26 UITBOUW 1750m (var.B3)

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



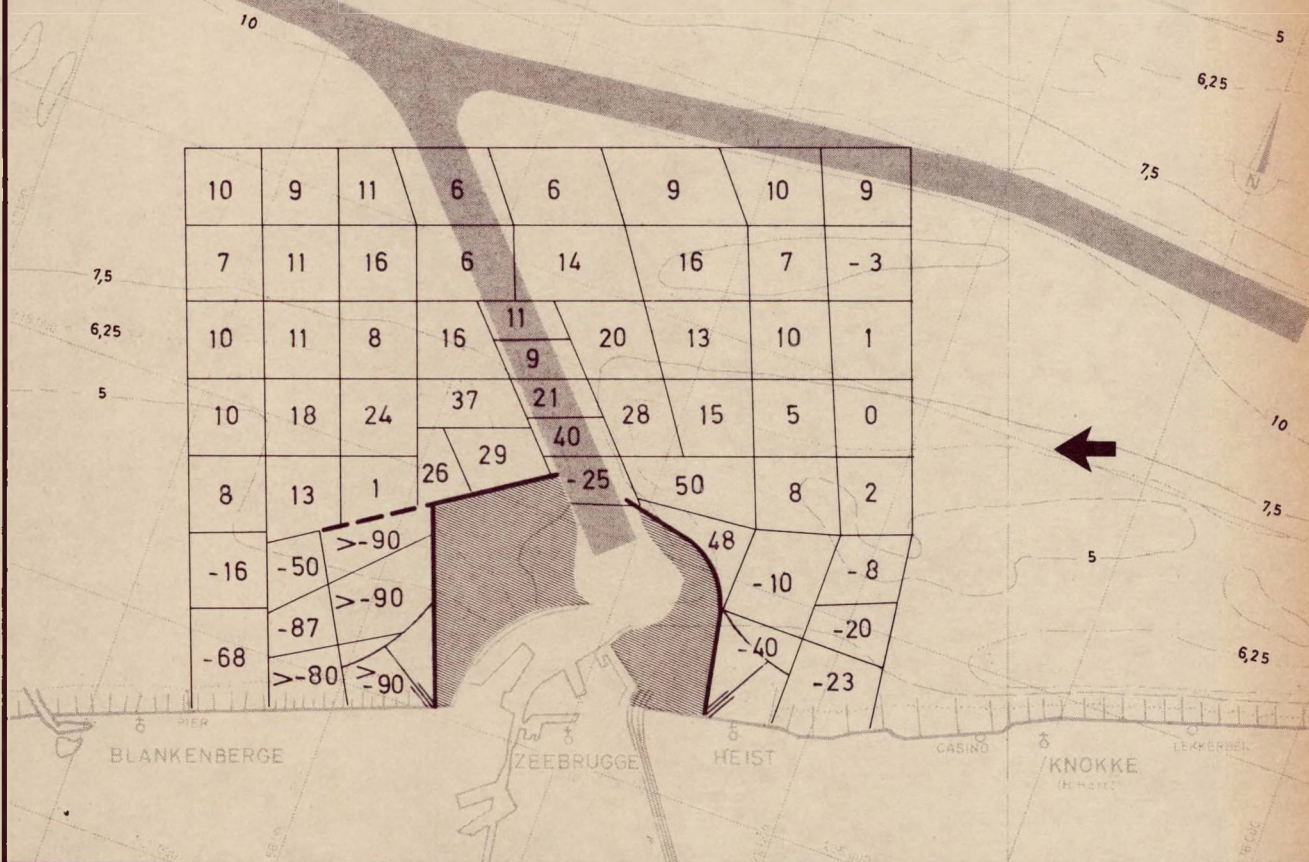


SCHAAL : 1 / 100.000

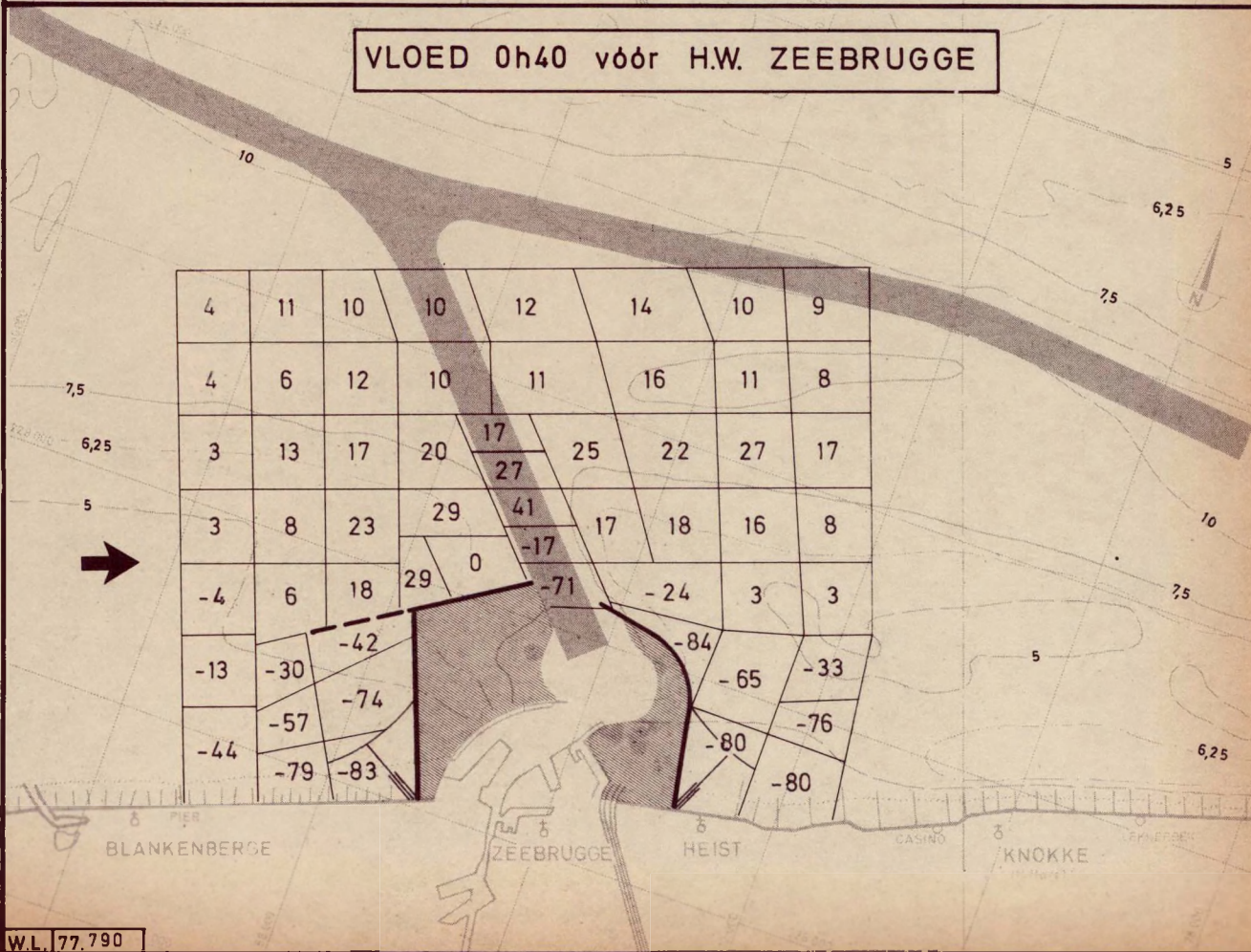
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR27 UITBOUW 1750 m (var.B2)

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

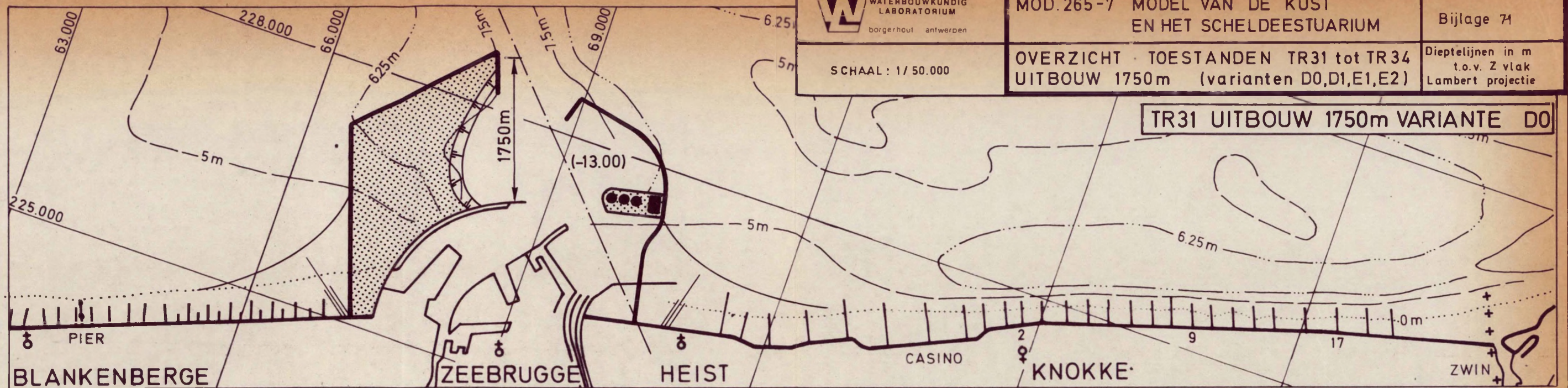


SCHAAL : 1 / 50.000

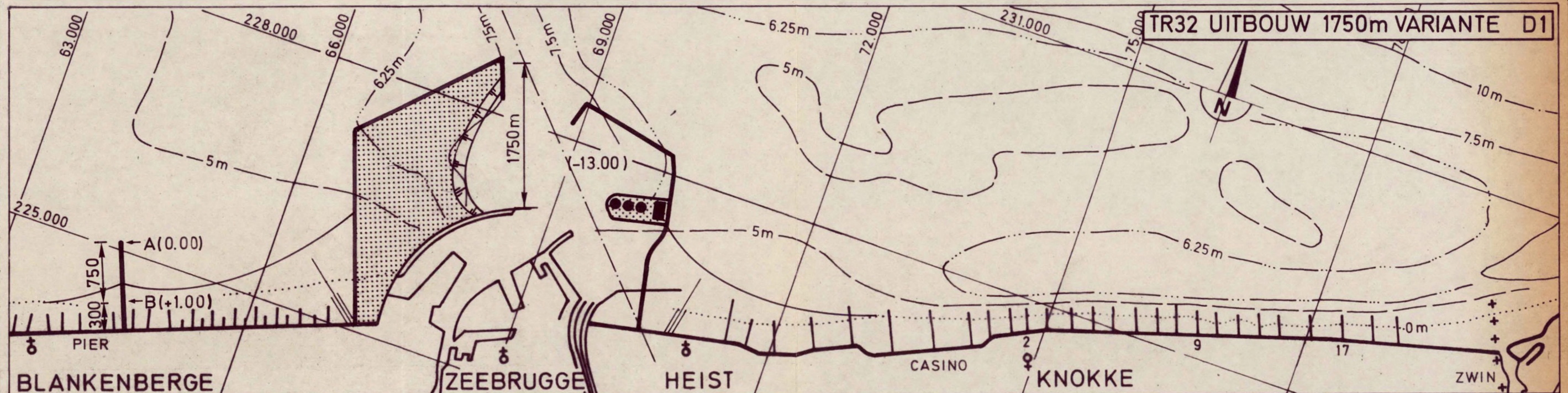
OVERZICHT TOESTANDEN TR31 tot TR34
UITBOUW 1750m (varianten D0,D1,E1,E2)

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

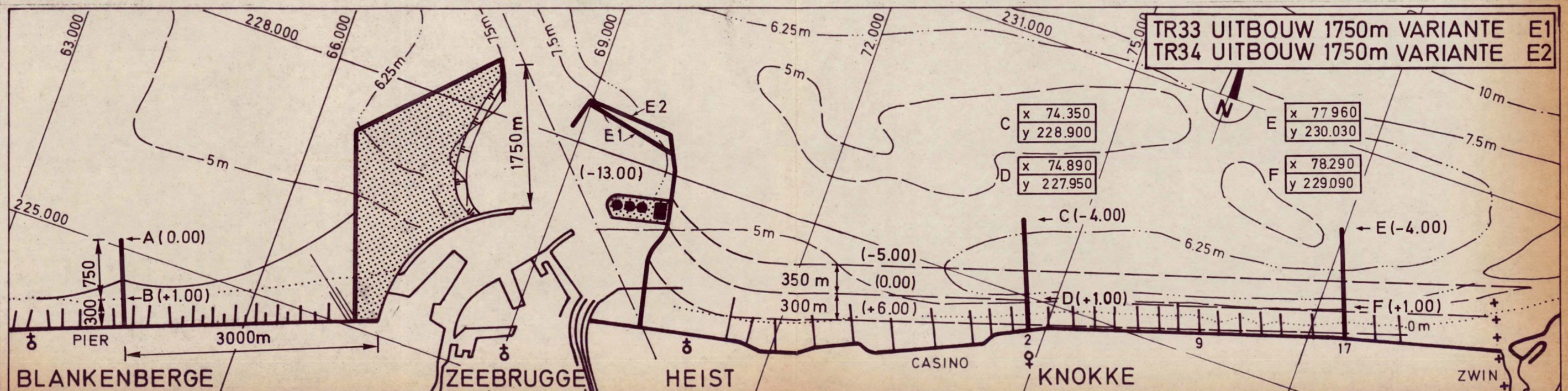
TR31 UITBOUW 1750m VARIANTE D0



TR32 UITBOUW 1750m VARIANTE D1



TR33 UITBOUW 1750m VARIANTE E1
TR34 UITBOUW 1750m VARIANTE E2





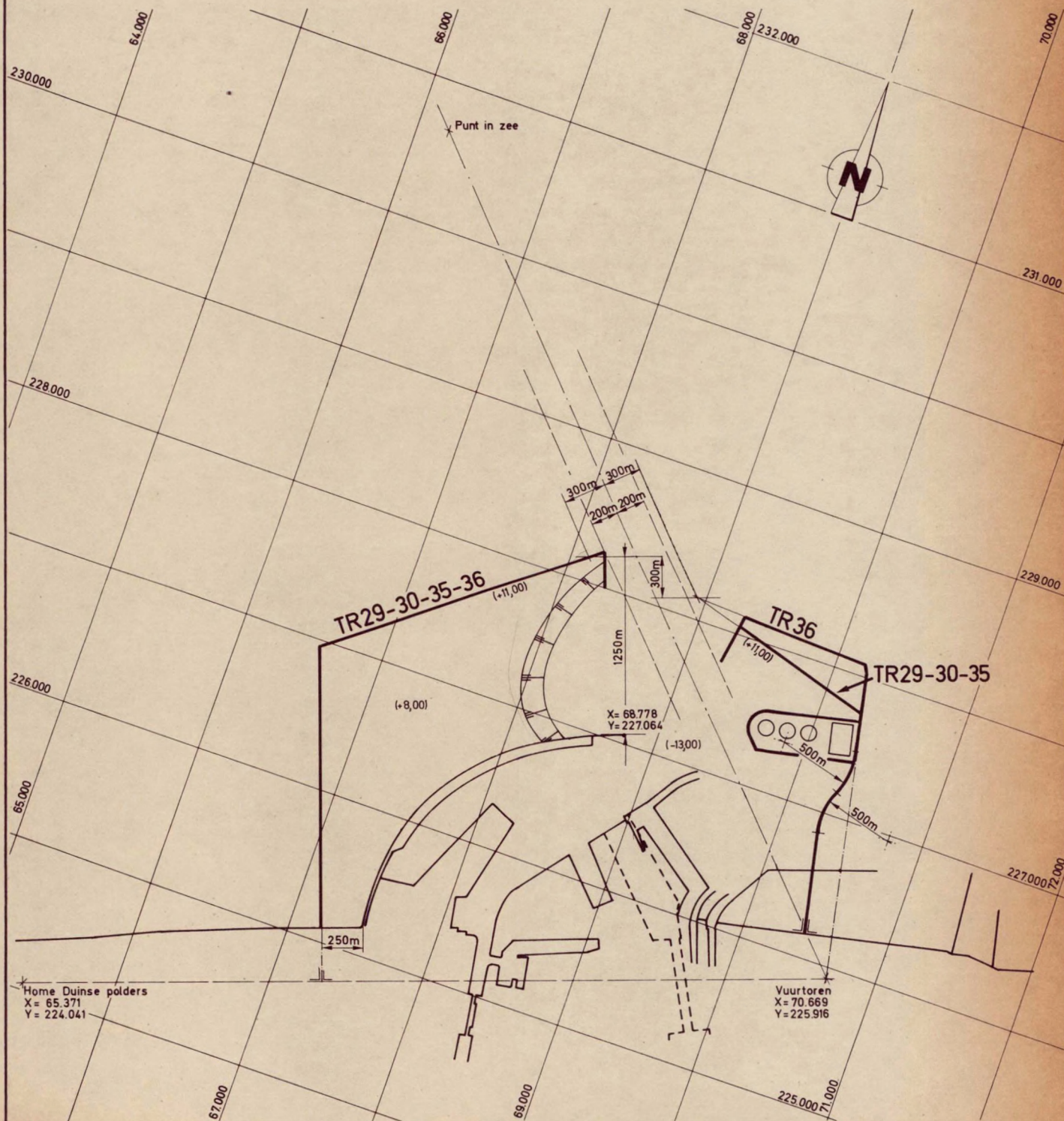
SCHAAL : 1/40,000

Lambert projectie

VORMGEVING TRACE BUITENHAVEN
LIGGINGSPLAN HAVENDAMMEN

2°FASE TR29 30 35 36 UITBOUW 1250m VARIANTEN D en E

Proef nr	29	30	35	36
Variante	D ₀	D ₁	E ₁	E ₂

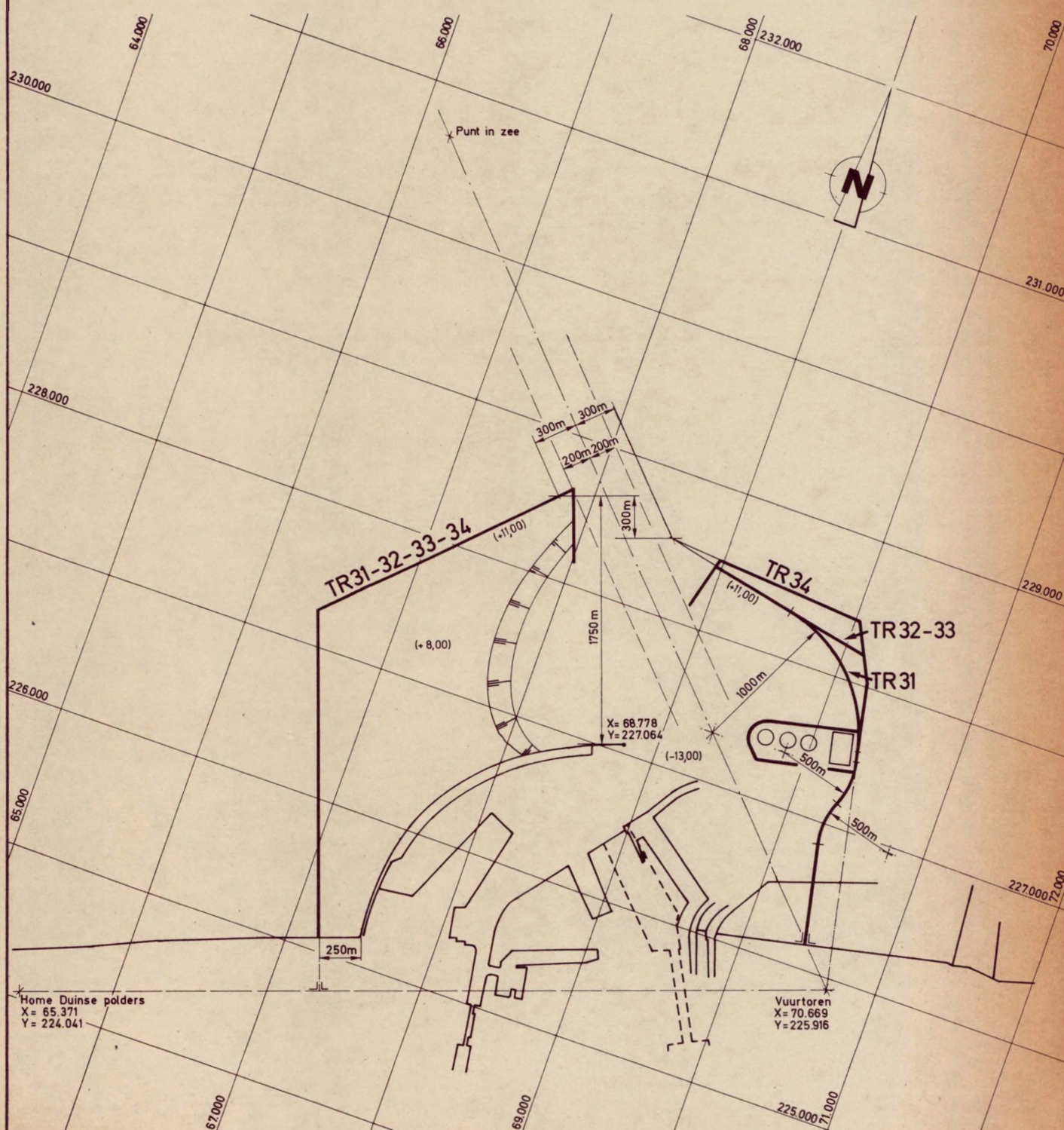


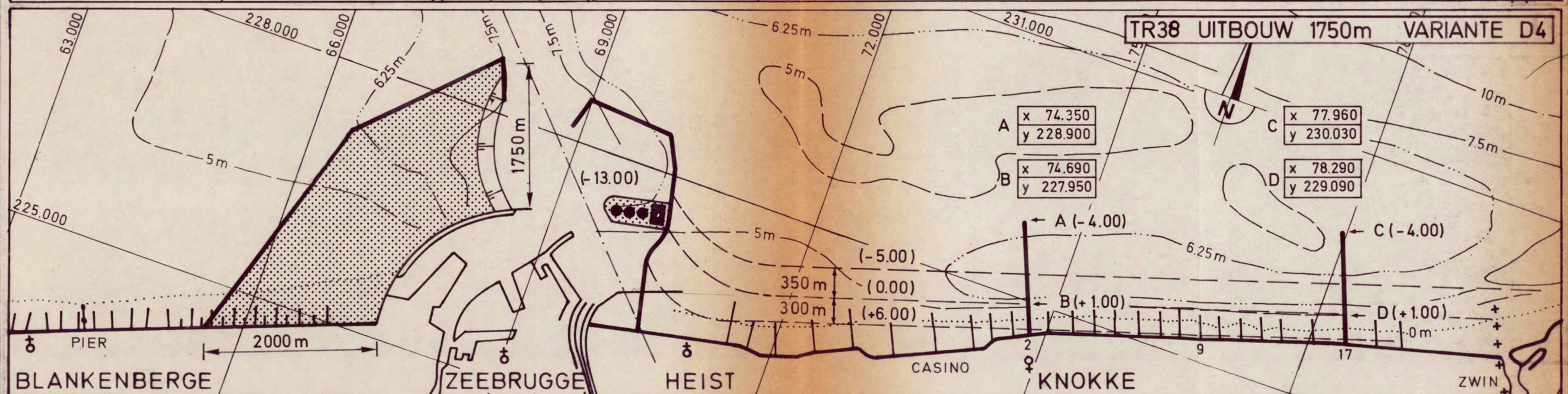
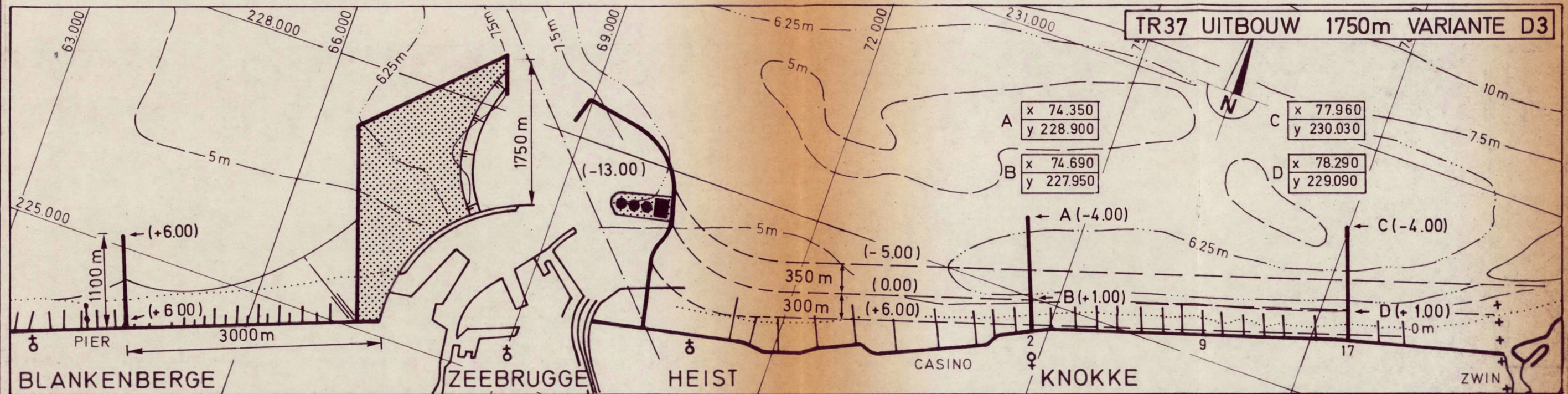
SCHAAL 1/40000

Lambert projectie

VORMGEVING TRACE BUITENHAVEN
LIGGINGSPLAN HAVENDAMMEN
2° FASE (TR 31-32-33-34) UITBOUW 1750m VARIANTEN De nE

Proef nr	31	32	33	34
Variante	D ₀	D ₁	E ₁	E ₂







WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

MOD.265-7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

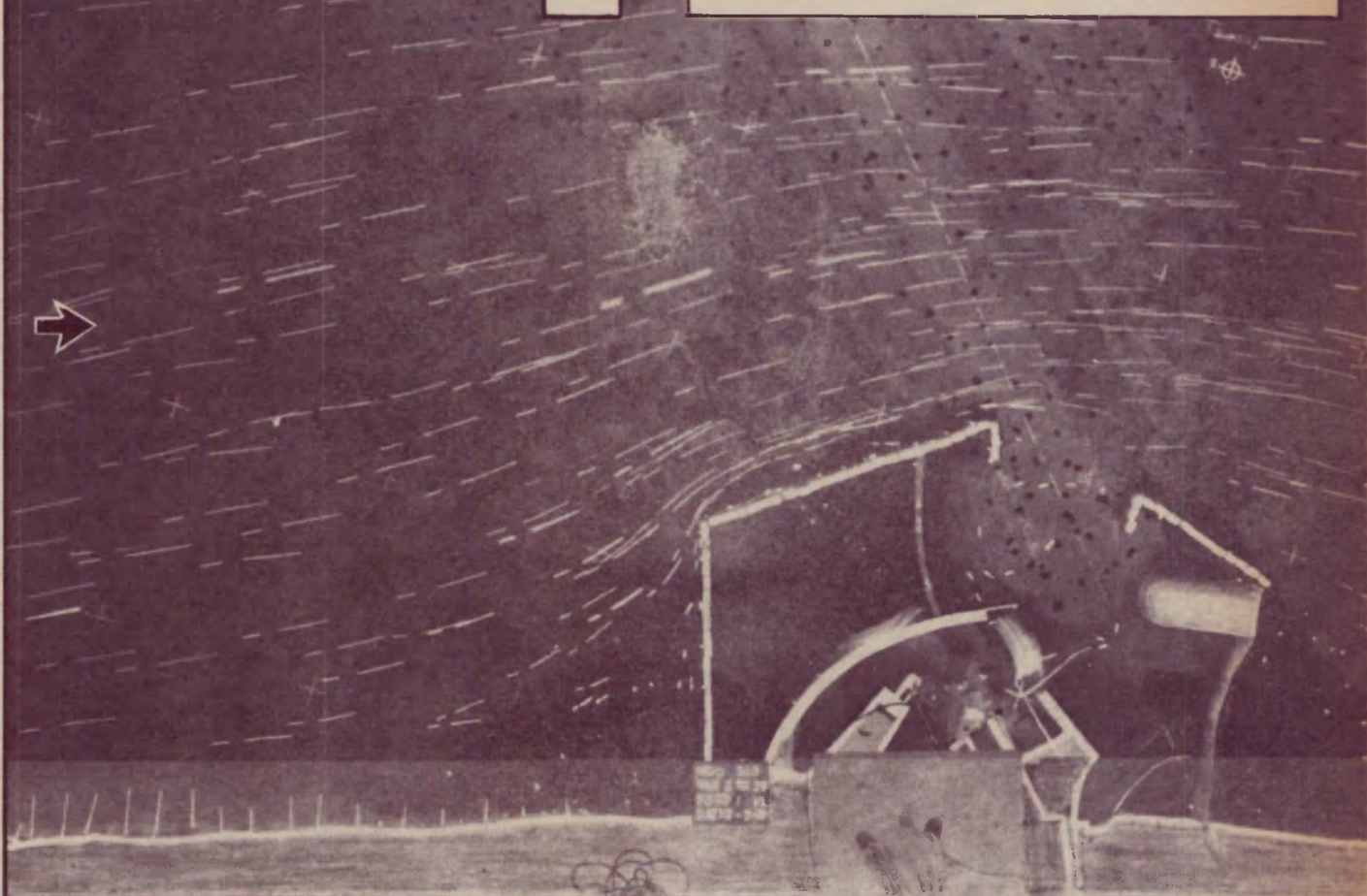
Bijlage 75

SCHALEN: Foto : 1/50.000
Snelheid : 1cm = 1,12 m/s natuur
Lambert projectie

STROOMBEELD MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
TR 29-30 UITBOUW 1250m VARIANTE D0 - D1

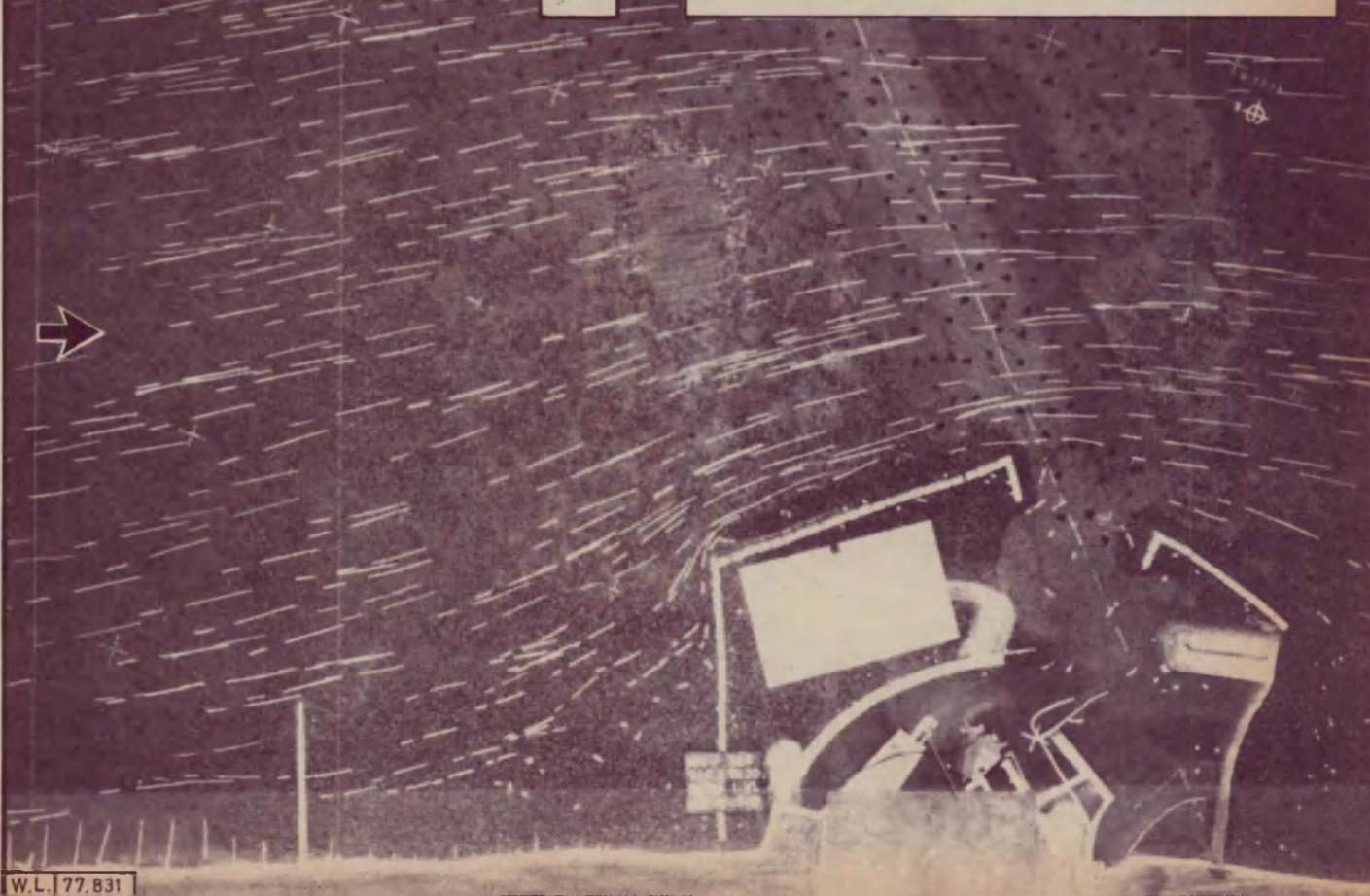
D0

VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



D1

VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE





SCHAAL : 1 / 100.000

SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR 29 en TR 30 UITBOUW 1250m varianten D0-D1

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

VLOED 0h4 vóór H.W. ZEEBRUGGE

TR 29(D0)

2	4	1	-3	5	3	6	7
2	1	6	-4	4	5	12	6
2	8	8	6	8	6	11	9
4	4	3	14	9	15	11	11
-1	-1	11	22	18	25	12	9
-7	-13	-2	-13	-34	-29	-7	-50
-17	-18	-30	-32	-54	-80	-70	

VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

TR 30(D1)

1	7	6	3	6	8	11	12
5	4	4	2	6	9	11	10
6	8	9	11	8	14	14	14
7	5	9	20	12	14	19	18
-1	5	14	21	21	24	17	15
-2	-9	7	-52	-34	-46	-8	-52
-15	-33	-49	-36	-67	-80	-82	



WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

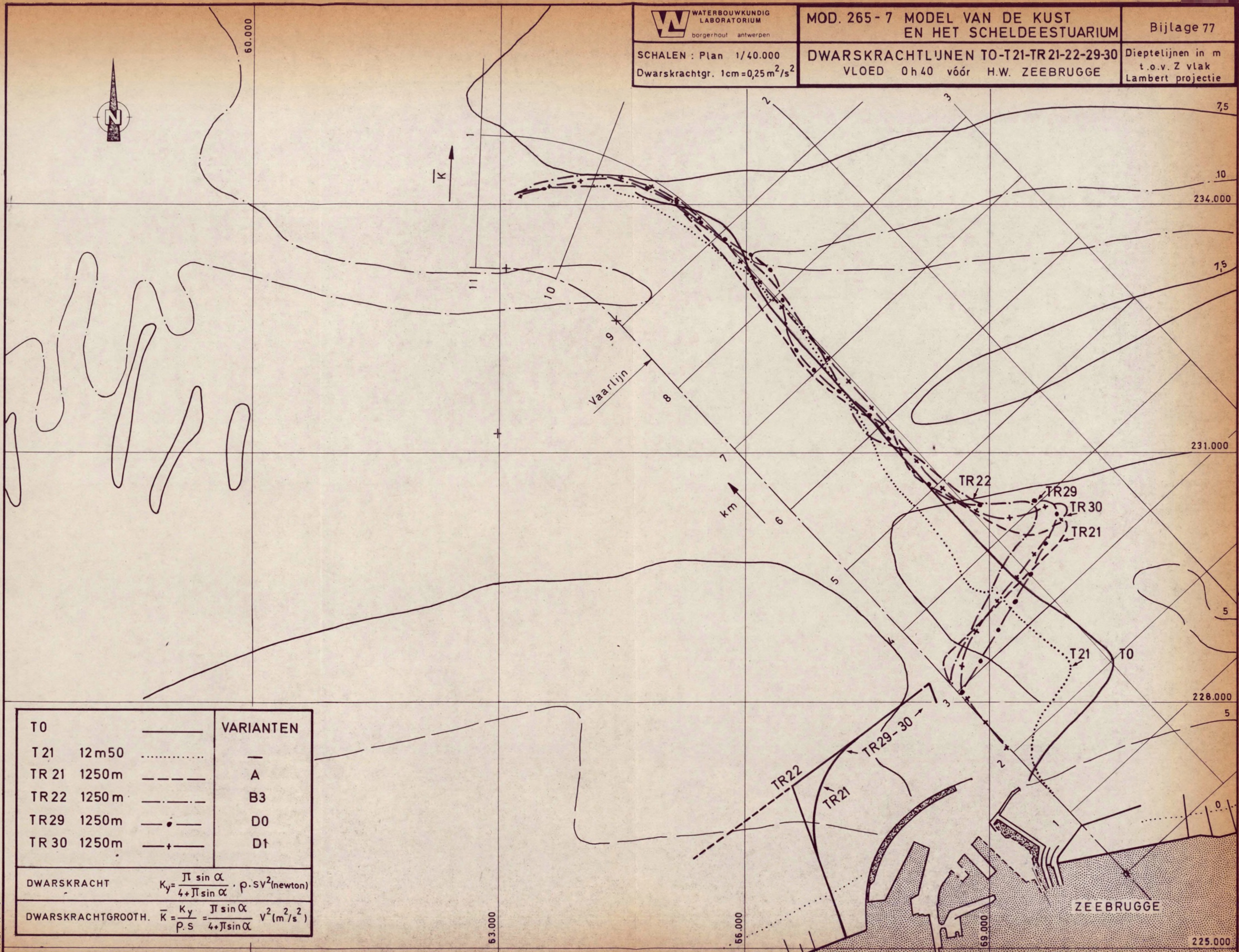
MOD. 265 - 7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 77

SCHALEN : Plan 1/40.000
Dwarskrachtgr. $1\text{cm}=0,25\text{m}^2/\text{s}^2$

DWARSKRACHTLIJNEN TO-T21-TR21-22-29-30
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



T0		VARIANTEN	
T 21	12m50	—	—
TR 21	1250m	—	A
TR 22	1250m	—	B3
TR 29	1250m	—	D0
TR 30	1250m	—	D1

DWARSKRACHT $K_y = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot \rho \cdot SV^2 (\text{newton})$

DWARSKRACHTGROOTH. $\bar{K} = \frac{K_y}{\rho \cdot S} = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} V^2 (\text{m}^2/\text{s}^2)$

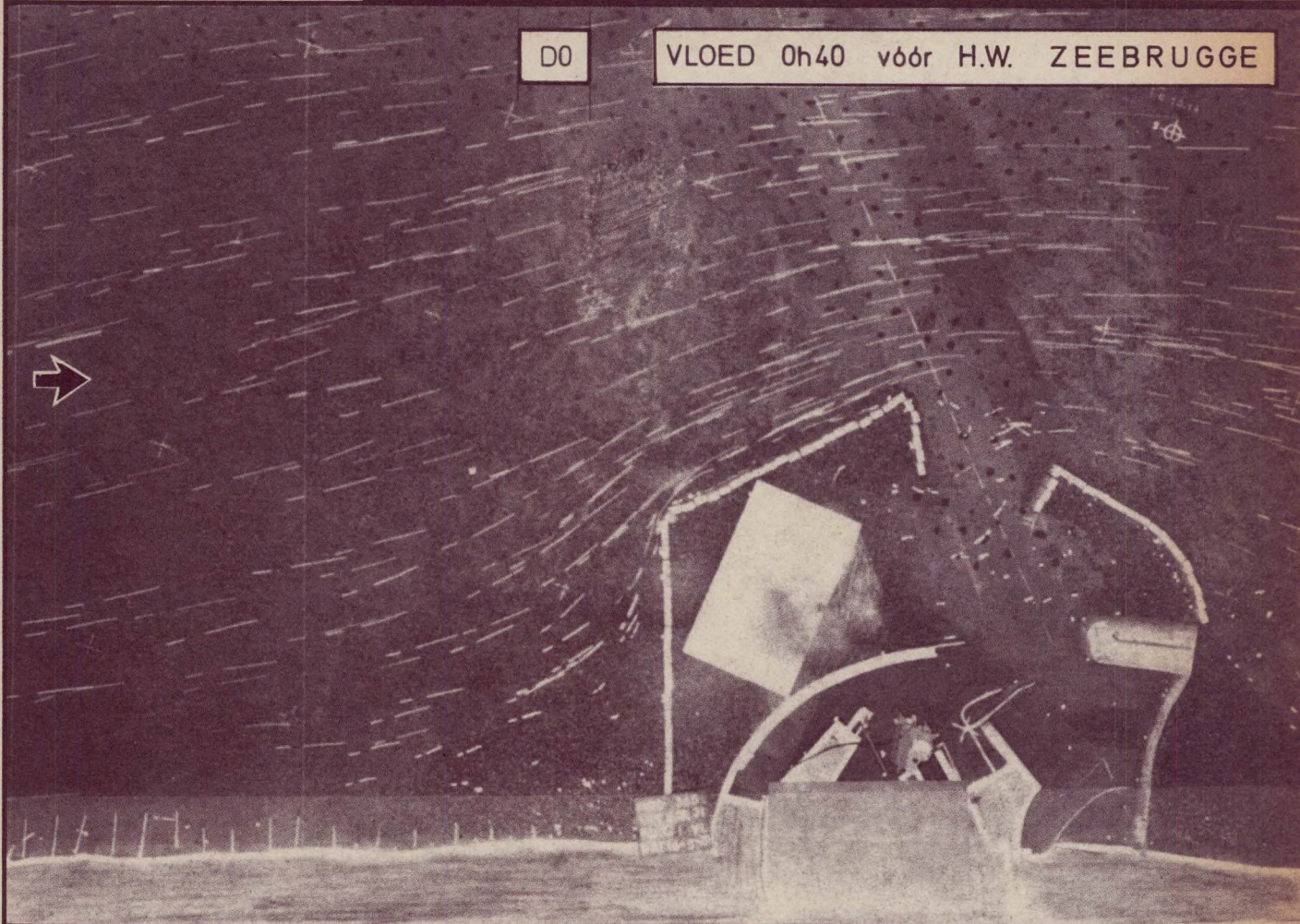


SCHALEN: Foto : 1/50.000
Snelheid : 1cm = 1,12 m/s natuur
Lambert projectie

STROOMBEELD MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
TR31-32 UITBOUW 1750m VARIANTE D0 - D1

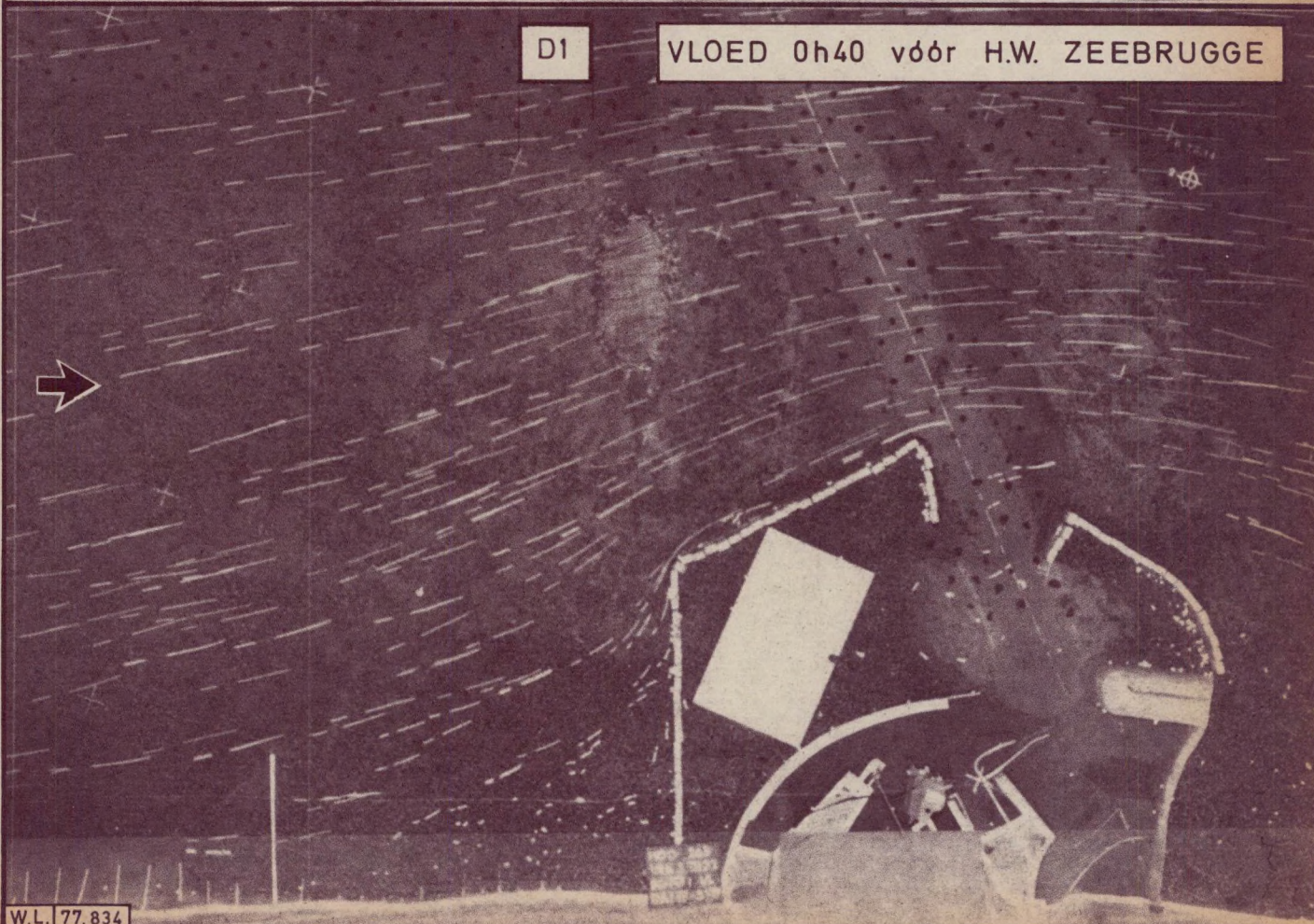
D0

VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

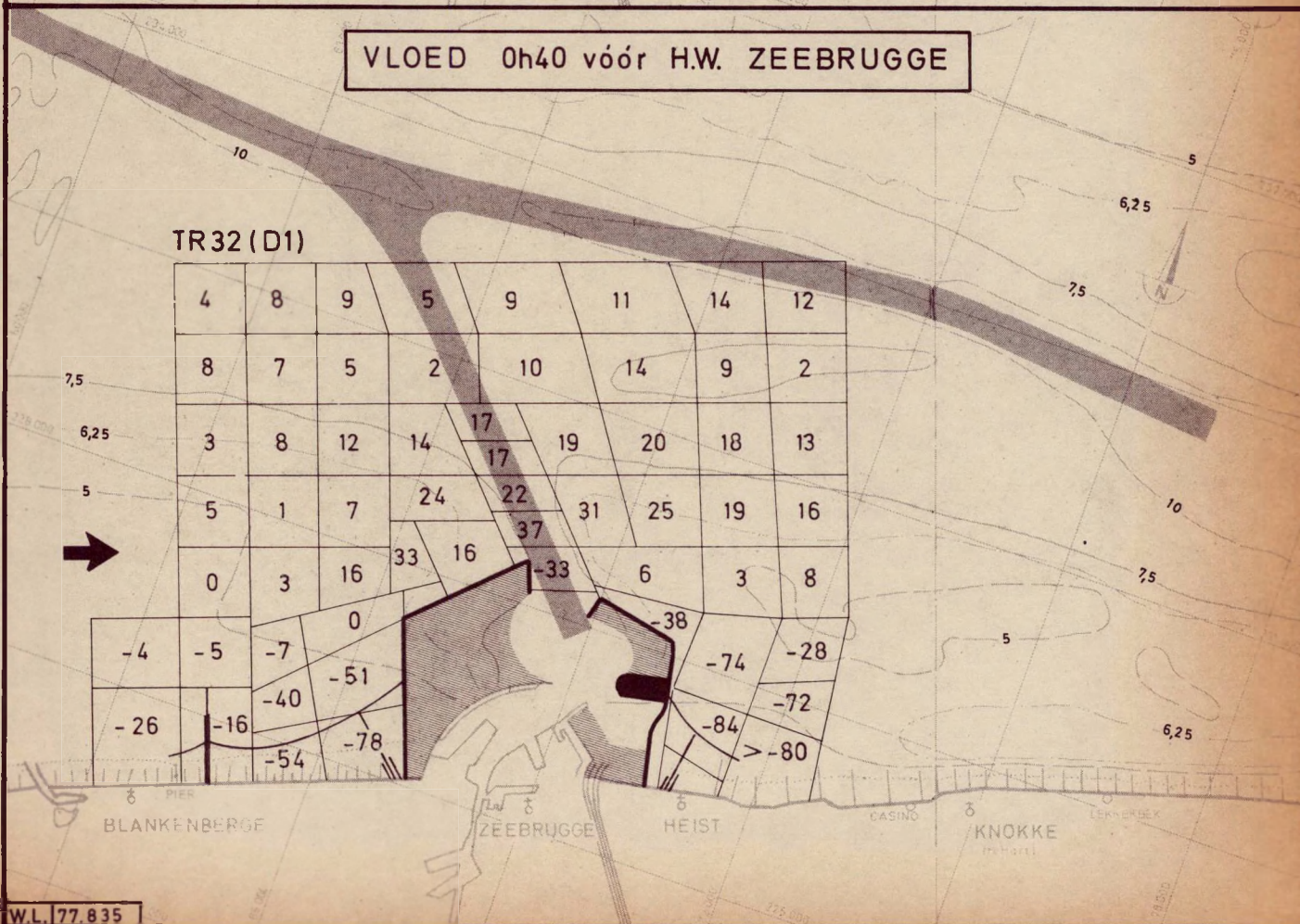


D1

VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



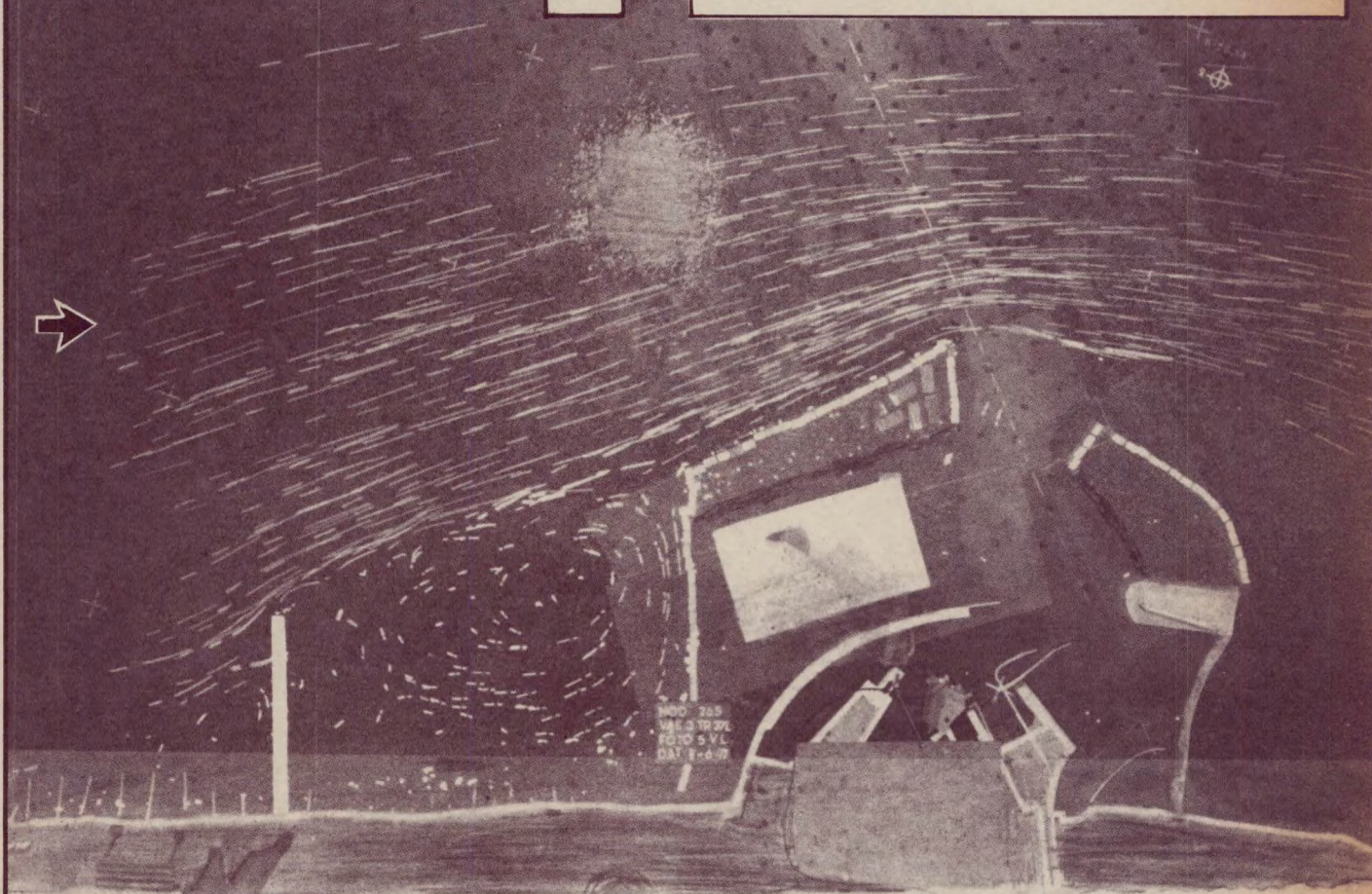


SCHALEN: Foto : 1/50.000
Snelheid : 1cm = 1,12 m/s natuur
Lambert projectie

STROOMBEELD MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
TR 37-38 UITBOUW 1750m VARIANTE D3-D4

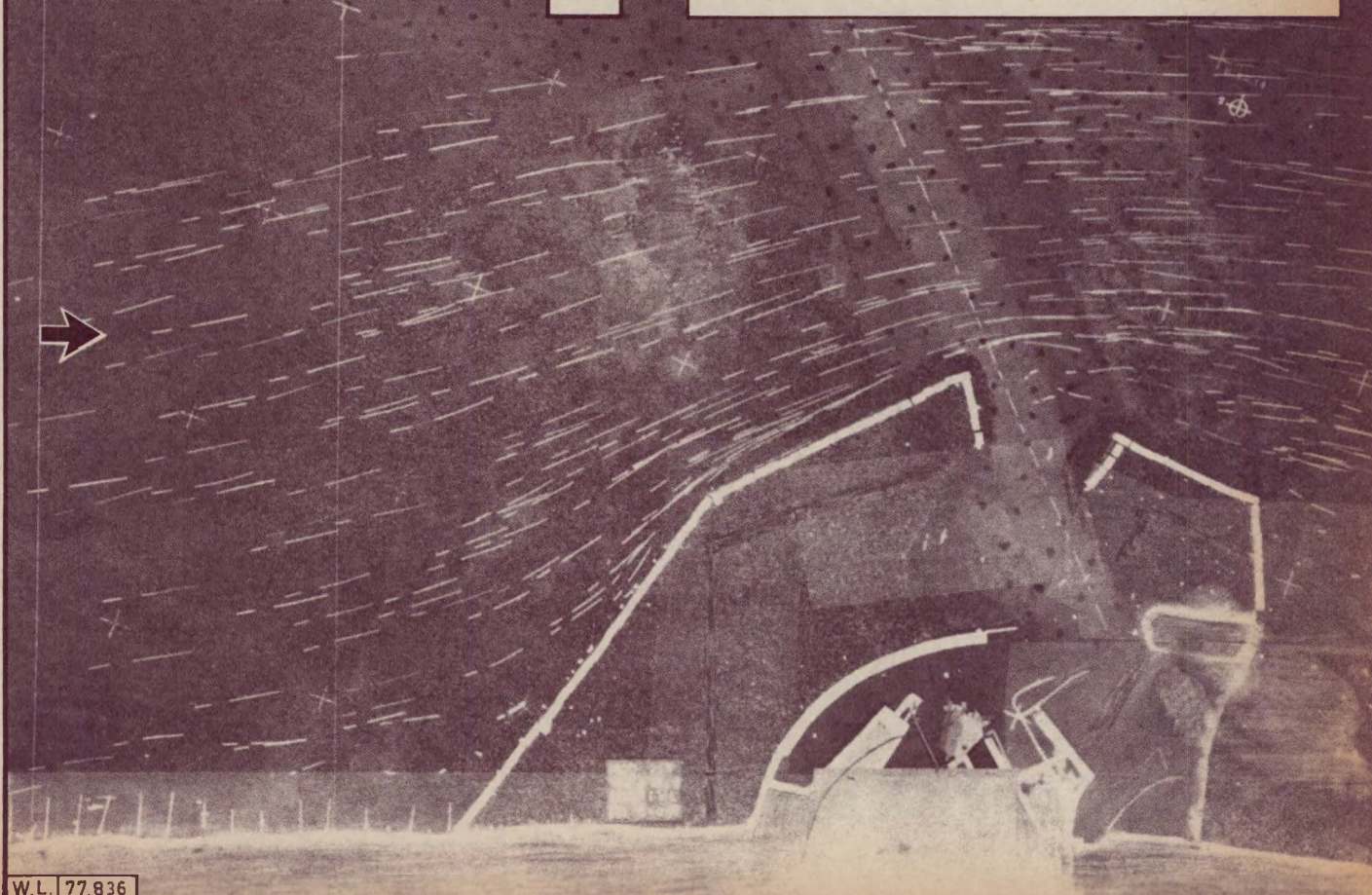
D3

VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



D4

VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE





SCHAAL : 1 / 100.000

SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR37 en TR38 UITBOUW 1750m varianten D3-D4

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

VLOED Oh40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

TR 37 (D3)

4	5	4	1	5	8	8	5
5	2	2	1	6	11	8	4
1	5	8	10	11	14	16	7
				15			
4	2	6	15	22	22	16	7
			20	25			
1	9	10		-45	-11	7	1
-5	-6	-20	-12		-40	-48	-25
		-88	-77				
-25						-50	

VLOED Oh40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

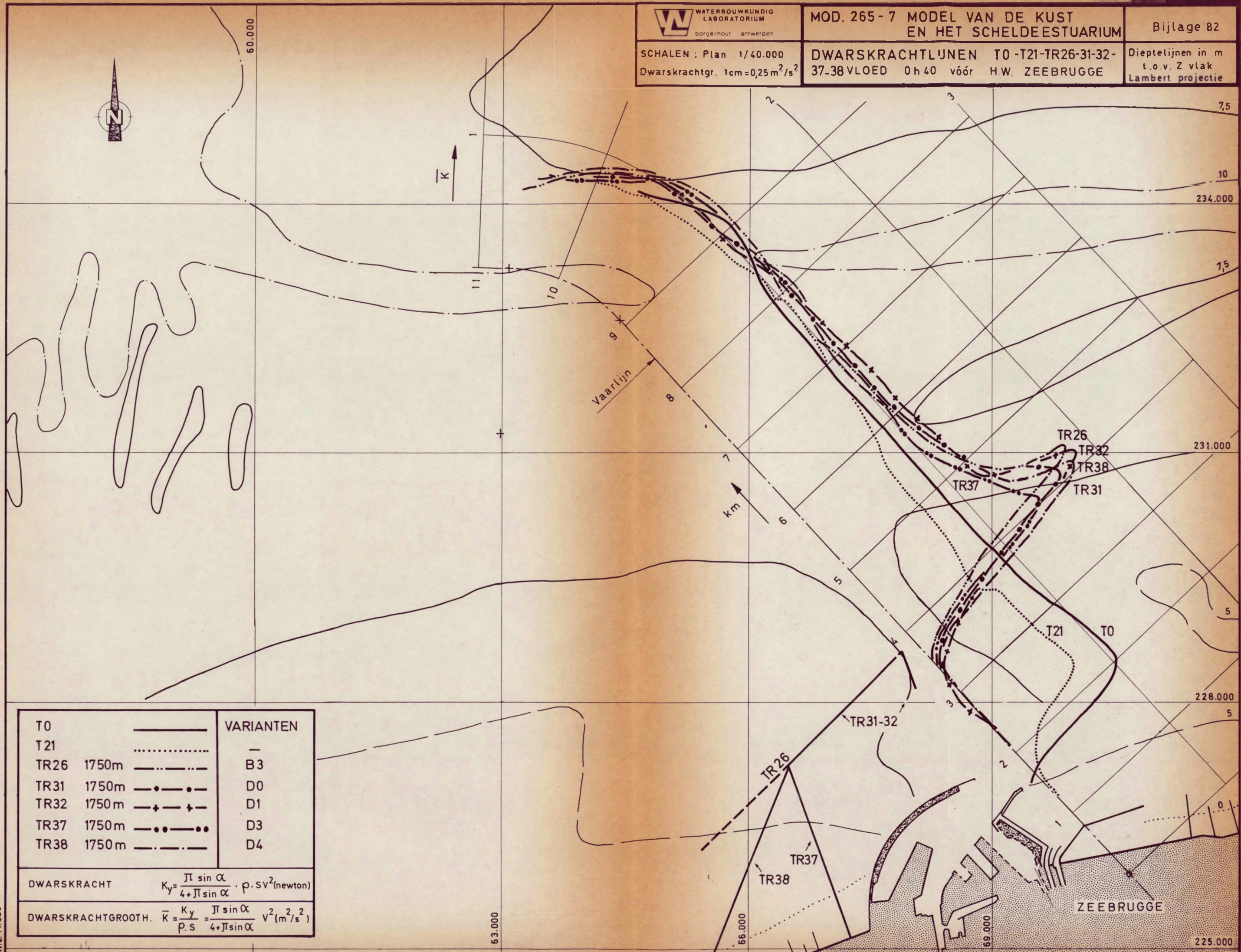
TR 38 (D4)

0	6	6	6	12	18	16	16
6	5	5	3	11	16	14	10
7	8	11	13	10	20	22	19
				21			
7	3	12	22	30	31	29	25
			32	32			
-1	5	13	30	32	-47	-7	7
			30				15
-12	-15	11				-85	-50
						-80	
-23	-26					-78	
-65							

SCHALEN : Plan 1/40.000
Dwarskrachtgr. 1cm=0,25m²/s²

DWARSKRACHTLUNEN T0-T21-TR26-31-32-
37-38 VLOED 0 h 40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



		VARIANTEN
T0	—	—
T21	—
TR26	1750m — — — — —	B3
TR31	1750m — • — • —	D0
TR32	1750m — + — + —	D1
TR37	1750m — • • — • •	D3
TR38	1750m — — — — —	D4

DWARSKRACHT $K_y = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot \rho \cdot v^2 (\text{newton})$

DWARSKRACHTGROOTH. $\bar{K} = \frac{K_y}{\rho \cdot s} = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} v^2 (\text{m}^2/\text{s}^2)$



SCHALEN: Foto : 1/50.000
Snelheid : 1cm = 1,12 m/s natuur
Lambert projectie

STROOMBEELD MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
TR35-36 UITBOUW 1250m VARIANTE E1-E2

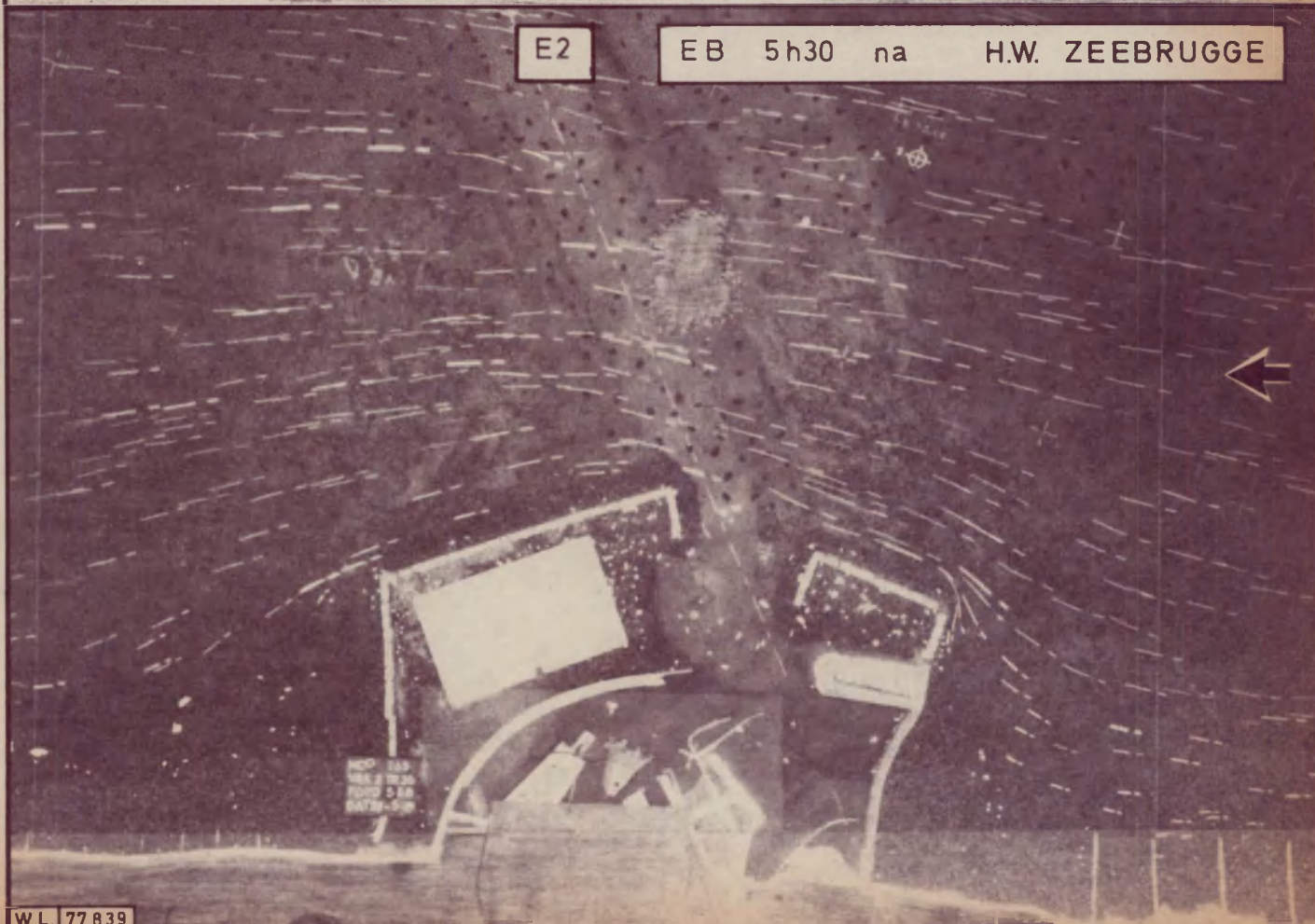
E1

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



E2

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



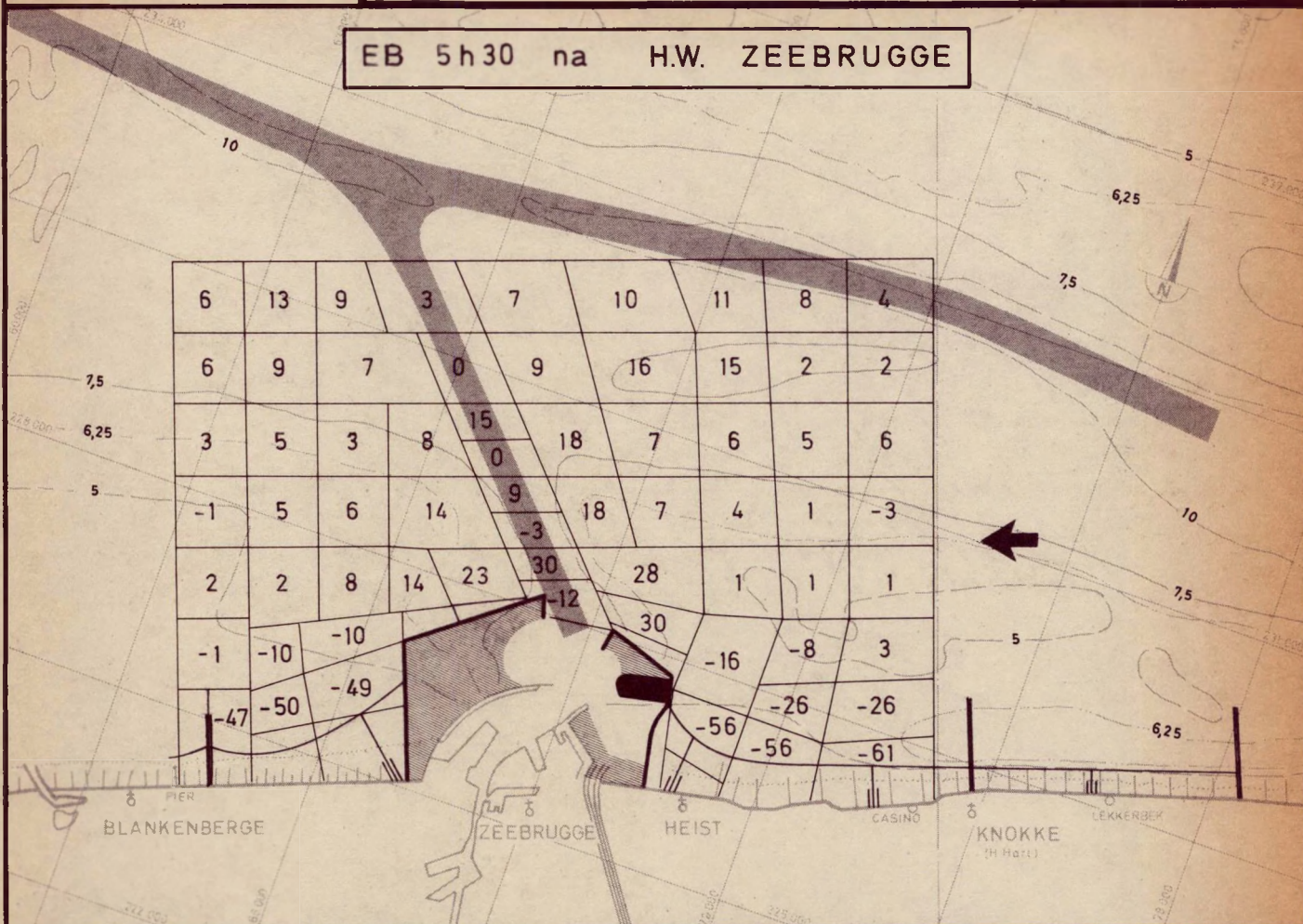


SCHAAL : 1 / 100.000

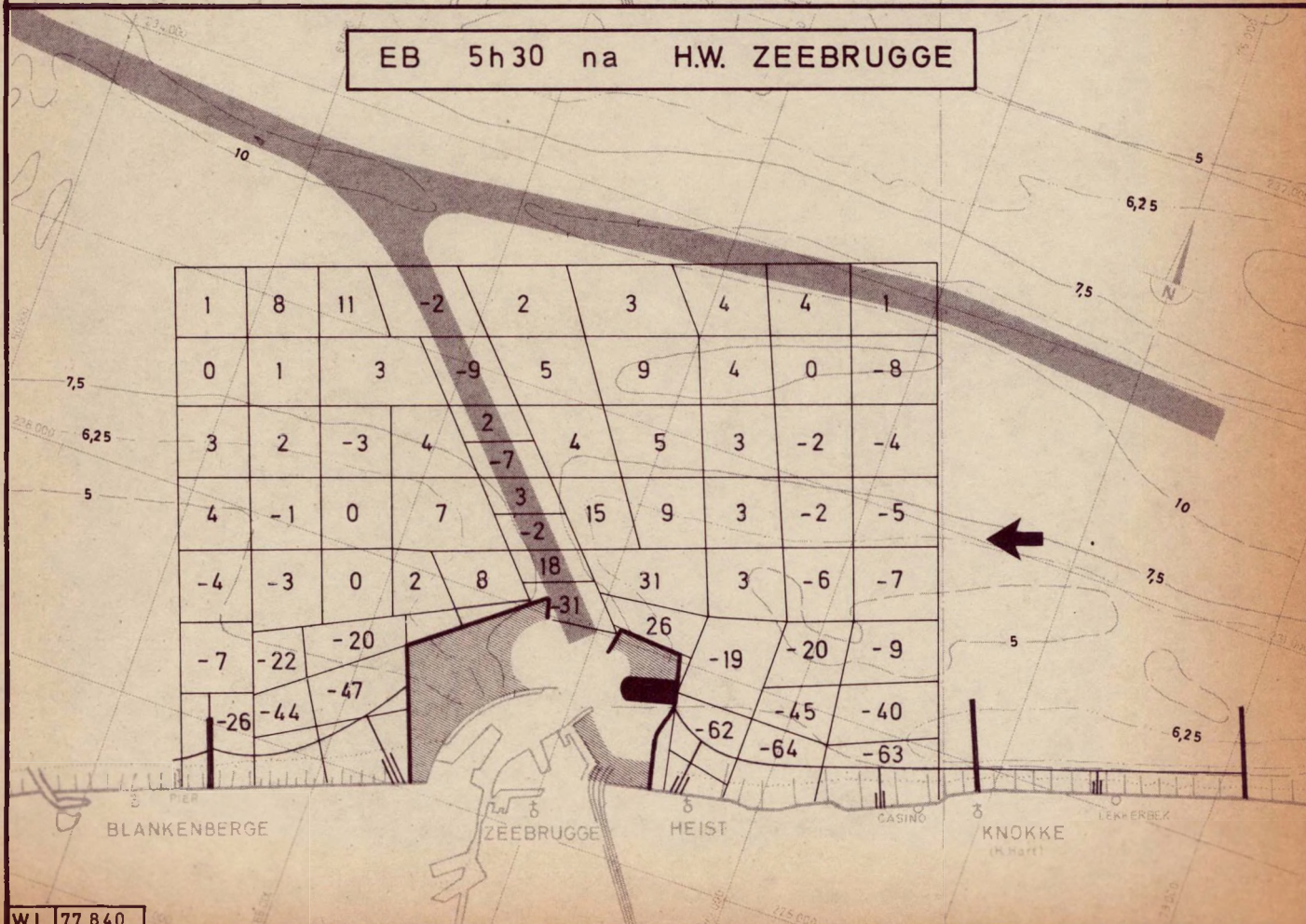
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR35 en TR36 UITBOUW 1250m varianten E1-E2

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE

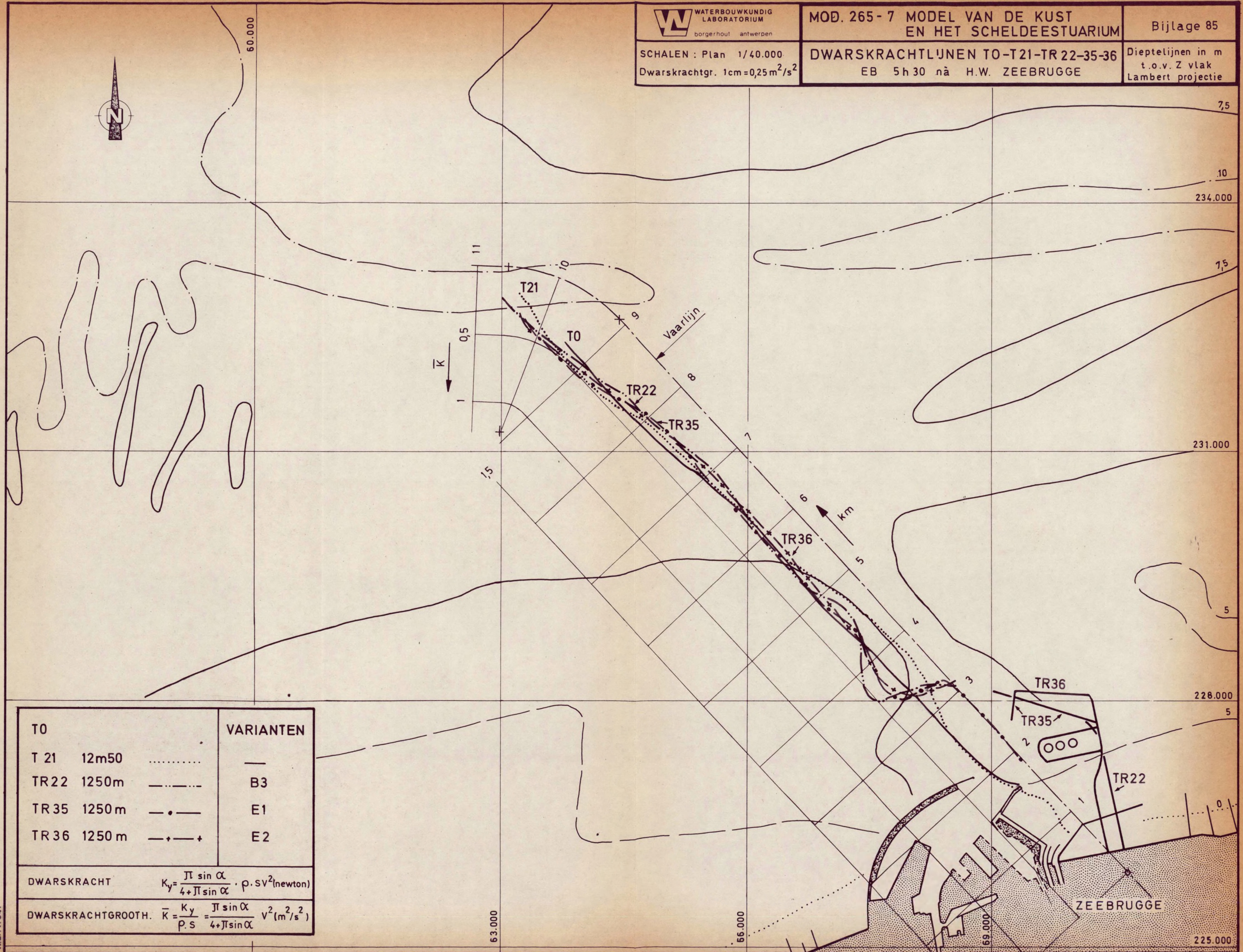




SCHALEN : Plan 1/40.000
Dwarskrachtgr. 1cm=0,25m²/s²

DWARSKRACHTLIJNEN T0-T21-TR22-35-36
EB 5h30 nà H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



T0				VARIANTEN	
T 21	12m50		—	
TR22	1250m	— · — · —		B3	
TR35	1250 m	— · —		E1	
TR36	1250 m	— + — +		E2	
DWARSKRACHT				$K_y = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot \rho \cdot s v^2 (\text{newton})$	
DWARSKRACHTGROOTH.				$\bar{K} = \frac{K_y}{\rho \cdot s} = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} v^2 (m^2/s^2)$	



WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

MOD.265-7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

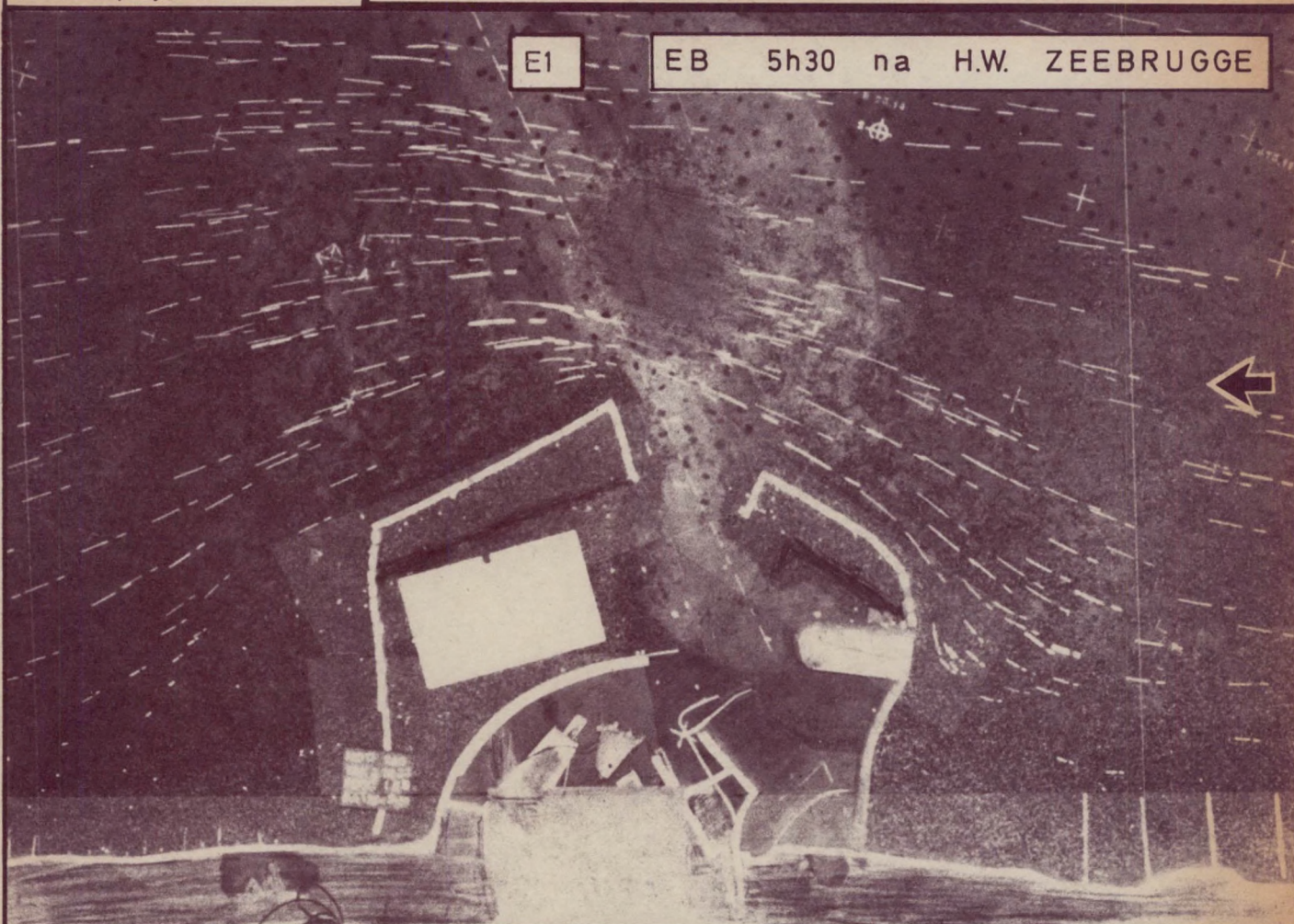
Bijlage 86

SCHALEN: Foto : 1/50.000
Snelheid : 1cm = 1,12 m/s natuur
Lambert projectie

STROOMBEELD MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
TR33-34 UITBOUW 1750m VARIANTE E1-E2

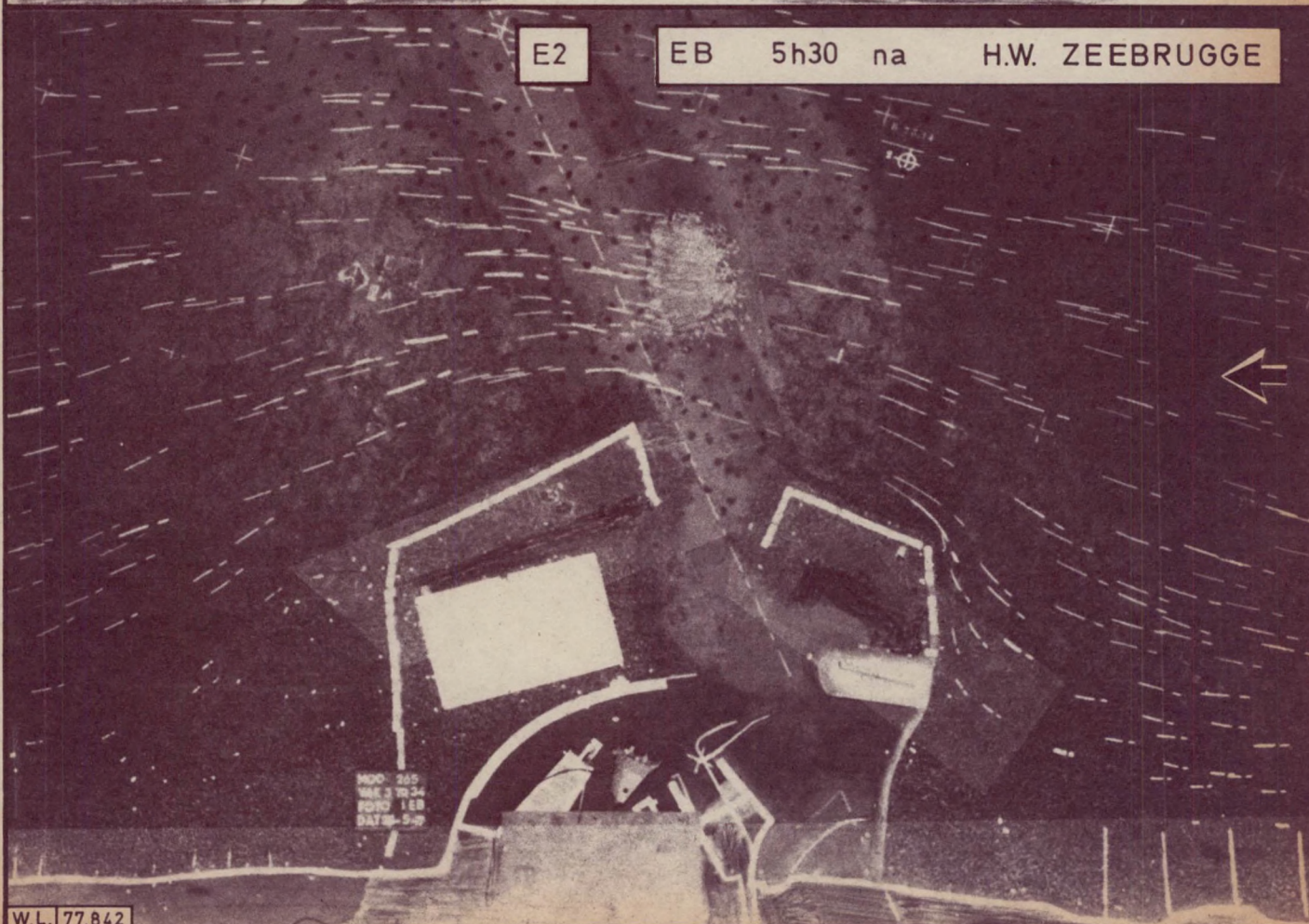
E1

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



E2

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



W.L. 77.842

SCHAAL : 1 / 100.000

SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR33 en TR34 UITBOUW 1750m varianten E1-E2

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE

TR33(E1)

5	12	8	10	7	12	8	10	6
9	8	9	5	9	20	12	4	6
5	9	6	14	17	26	13	9	0
5	5	9	24	17	30	13	7	3
-6	-3	11	14	26	26	43	5	-3
-2	-12	-16	-29	37	-29	-14	1	
-7	-46	-66	-71	-60	-63	-58		

BLANKENBERGE

ZEEBRUGGE

HEIST

CASINO

KNOKKE
(H. Hout)

LEKKERBEK

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE

TR34(E2)

13	13	6	6	11	11	7	5	6
5	6	6	8	12	18	15	3	2
4	7	4	14	14	28	20	8	2
3	4	11	22	19	31	18	4	-3
-7	-5	0	10	14	18	31	5	-2
-5	-19	-29	-30	-31	-28	31	-15	0
0	-17	-66	-78	-64	-62	-65		

BLANKENBERGE

ZEEBRUGGE

HEIST

CASINO

KNOKKE
(H. Hout)

LEKKERBEK



WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

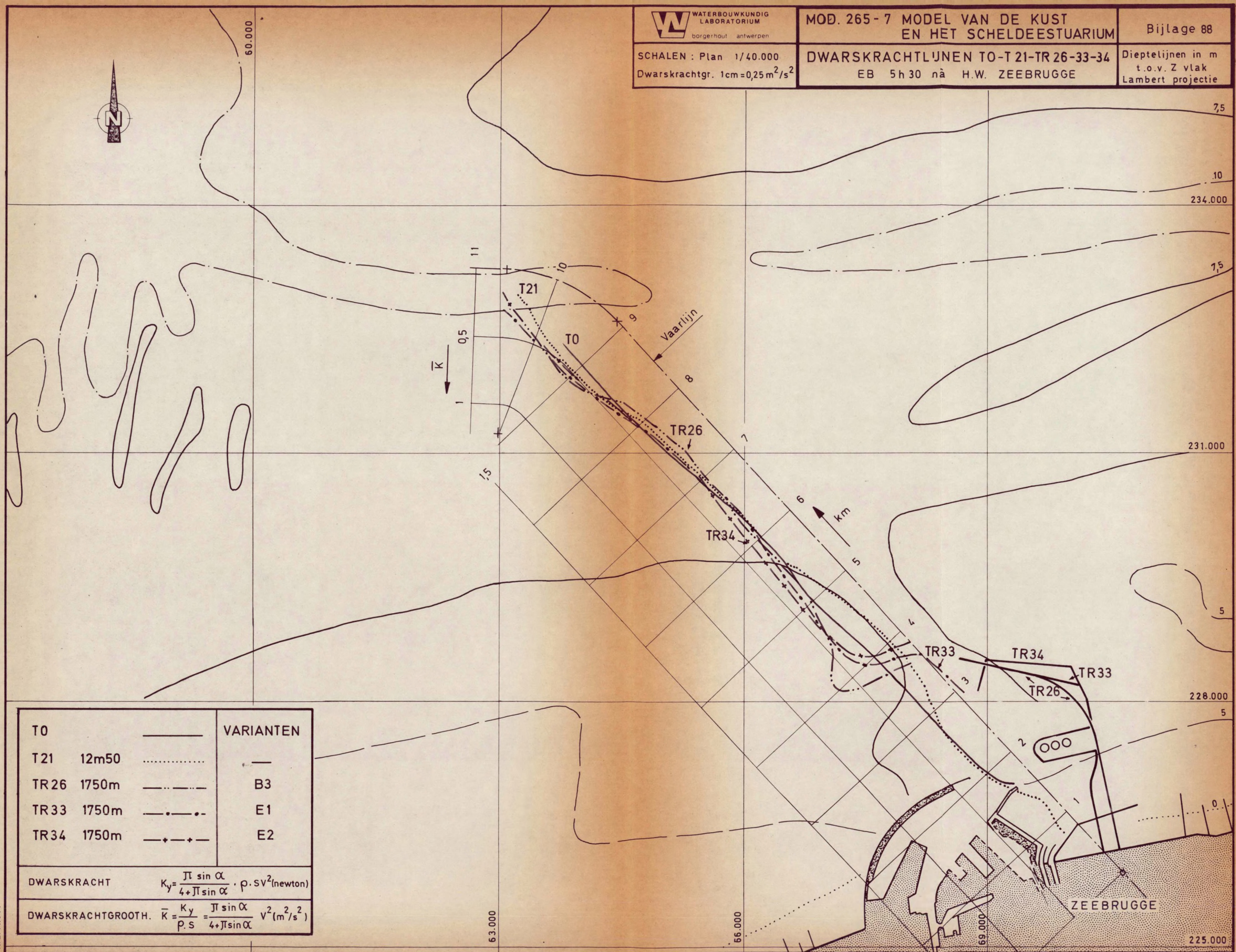
MOD. 265 - 7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 88

SCHALEN : Plan 1/40.000
Dwarskrachtgr. 1cm=0,25m²/s²

DWARSKRACHTLIJNEN TO-T21-TR26-33-34
EB 5h30 nà H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



VARIANTEN	
T0	—
T21 12m50
TR26 1750m	— · — · —
TR33 1750m	— · — · —
TR34 1750m	— · — · —

DWARSKRACHT $K_y = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot \rho \cdot v^2$ (newton)

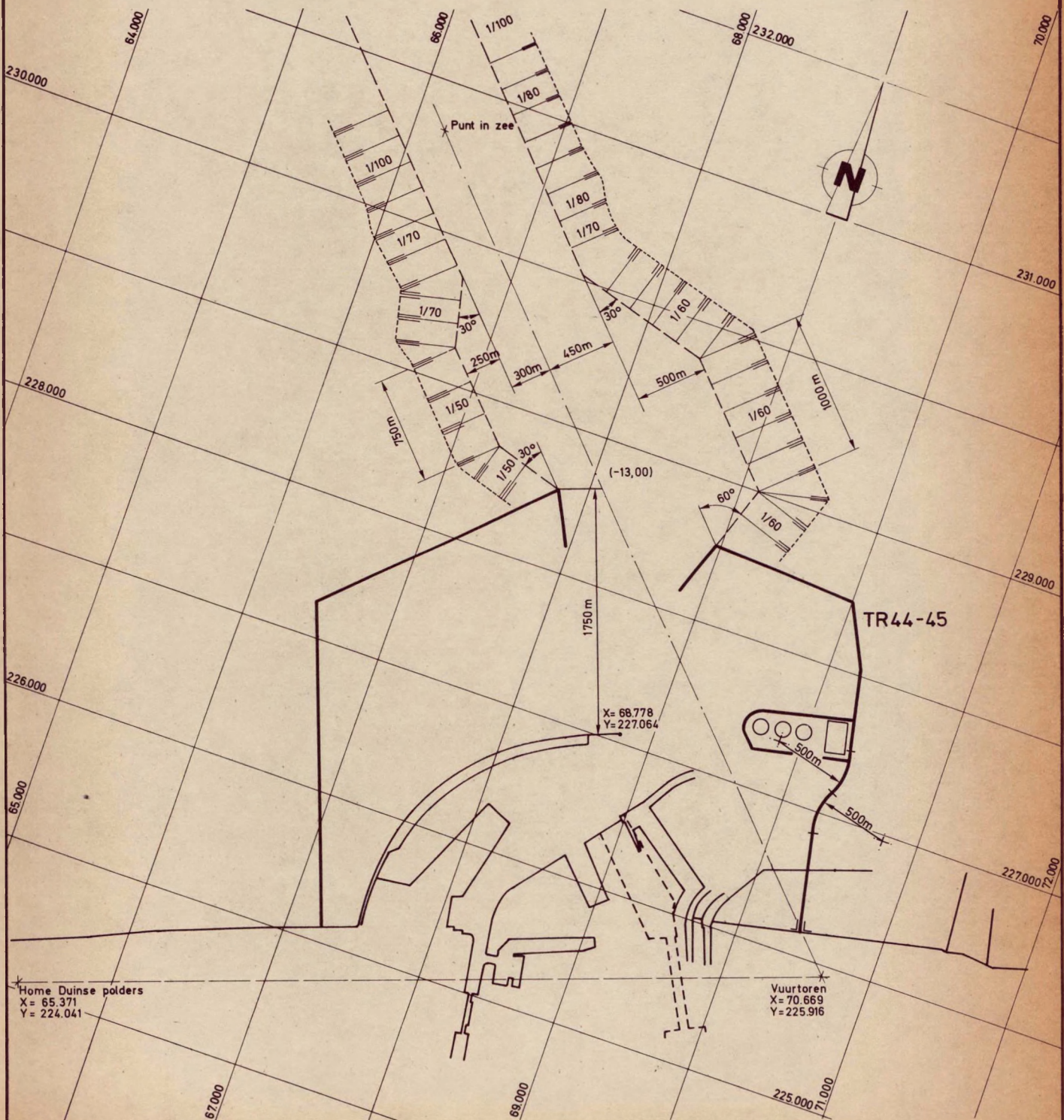
DWARSKRACHTGROOTH. $\bar{K} = \frac{K_y}{\rho \cdot s} = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} v^2$ (m²/s²)



SCHAAL 1/40.000

Lambert projectie

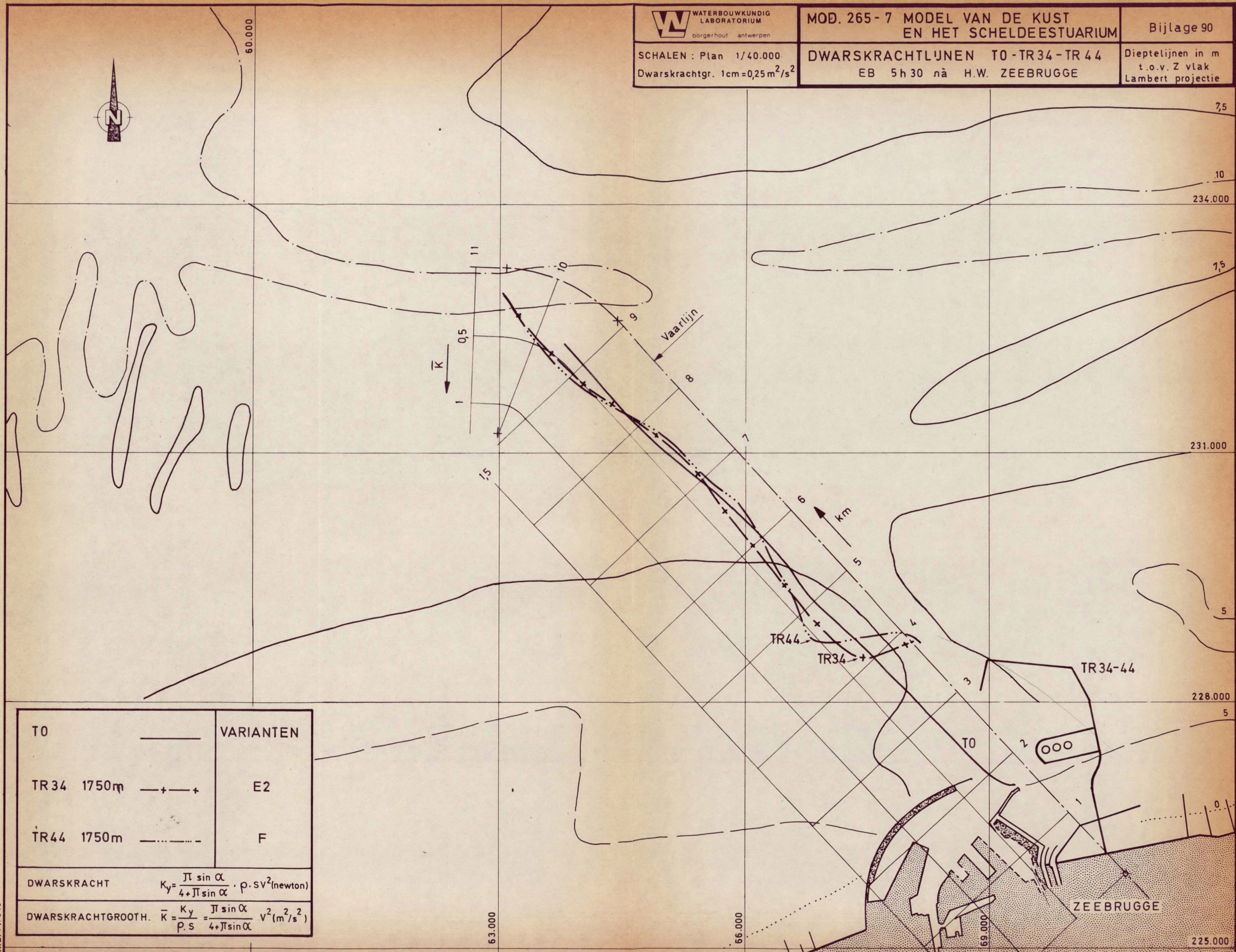
LIGGINGSPLAN TOEGANGSGEUL EN
HAVENDAMMEN
(TR44-45) UITBOUW 1750m VARIANTE F



SCHALEN : Plan 1/40.000
Dwarskrachtgr. 1cm = 0,25 m²/s²

DWARSKRACHTLIJNEN TO-TR34-TR44
EB 5h30 nà H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



TO	_____	VARIANTEN
TR 34 1750m	— + — +	E2
TR 44 1750m	— ... — ... —	F

DWARSKRACHT	$K_y = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot \rho \cdot s v^2 (\text{newton})$
DWARSKRACHTGROOTH.	$\bar{K} = \frac{K_y}{\rho \cdot s} = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} v^2 (\text{m}^2/\text{s}^2)$



WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

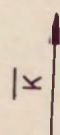
MOD. 265-7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 91

SCHALEN : Plan 1/40.000
Dwarskrachtgr. 1cm=0,25m²/s²

DWARSKRACHTLIJNEN T0-T22-TR31-TR44
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



Vaarlijn

km

ZEEBRUGGE

VARIANTEN		
T0	_____	
T22	15m00	—
TR31	1750m - - - - -	D0
TR44	1750m -	F

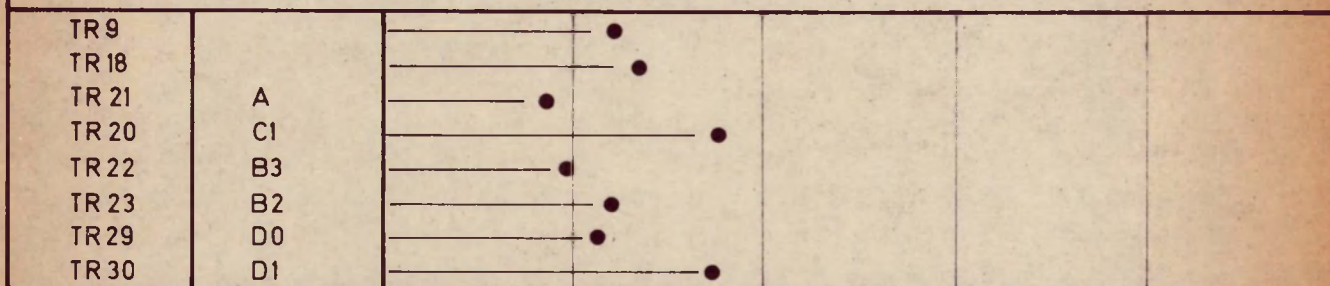
DWARSKRACHT $K_y = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot \rho \cdot S V^2 (\text{newton})$

DWARSKRACHTGROOTH. $\bar{K} = \frac{K_y}{\rho \cdot S} = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} V^2 (m^2/s^2)$

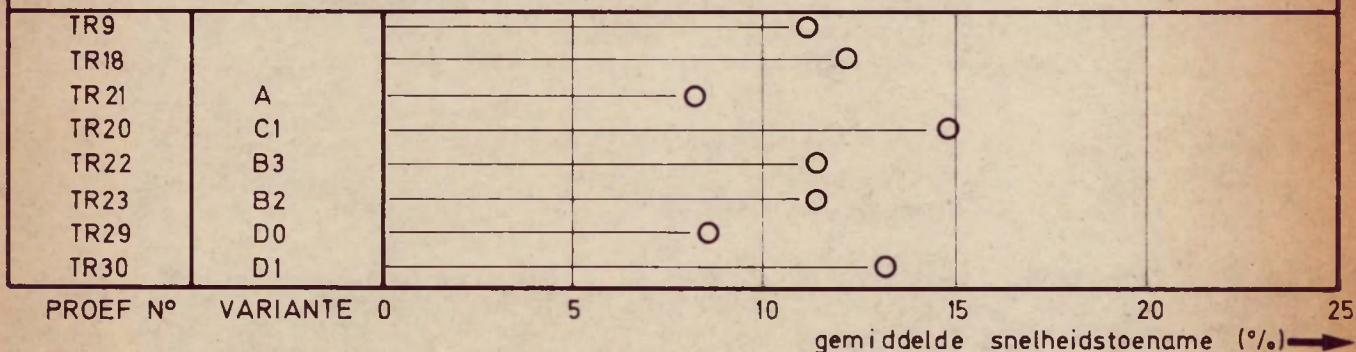
GEMIDDELDE SNELHEIDSTOENAME BIJ VLOED
IN FUNCTIE VAN HET TRACE DER HAVENDAMMEN

UITBOUW 1250m

GEMIDDELDE TOTALE ZONE* - VLOED



GEMIDDELDE ZUIDRAND* - VLOED

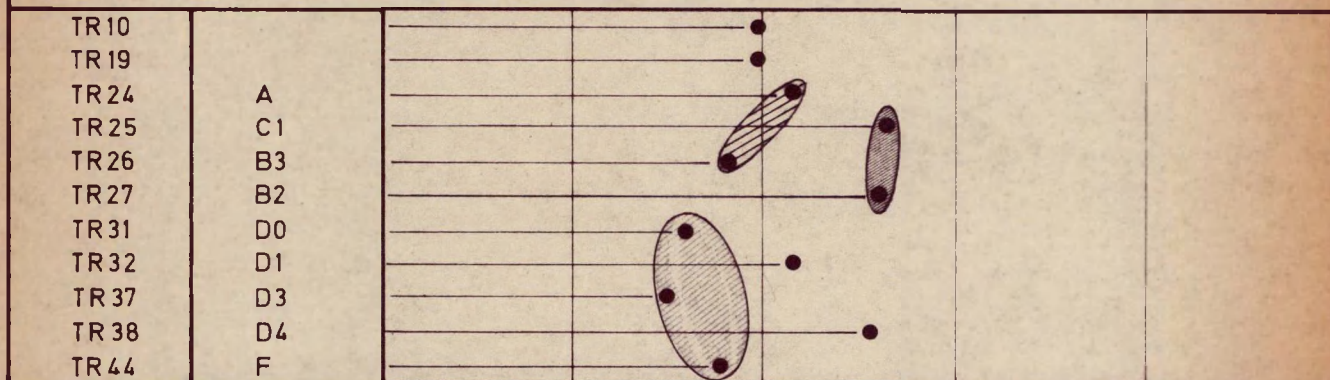


PROEF N° VARIANTE 0 5 10 15 20 25

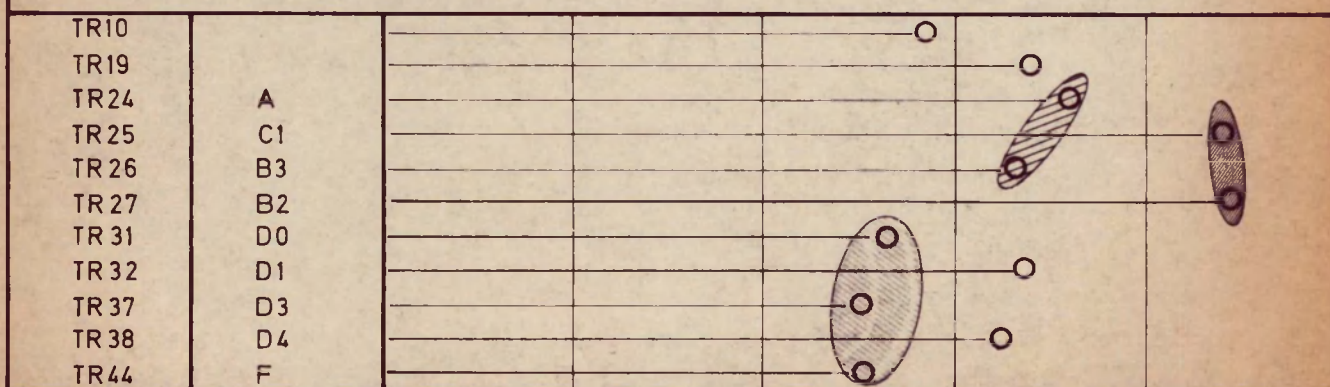
gemiddelde snelheidstoename (%) →

UITBOUW 1750m

GEMIDDELDE TOTALE ZONE* - VLOED



GEMIDDELDE ZUIDRAND* - VLOED



PROEF N° VARIANTE 0 5 10 15 20 25

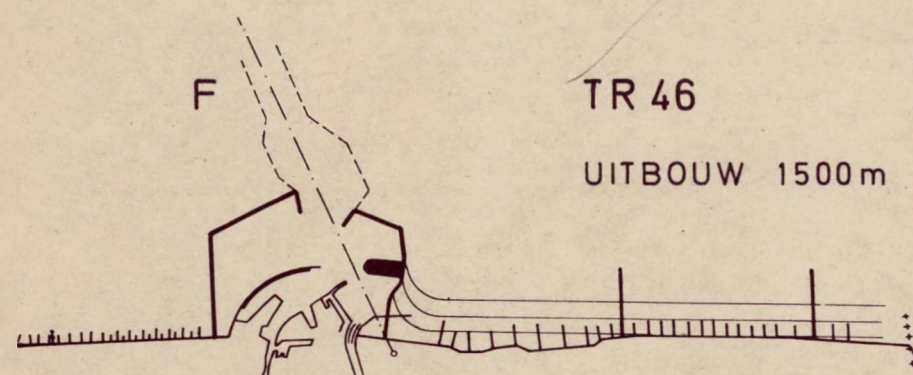
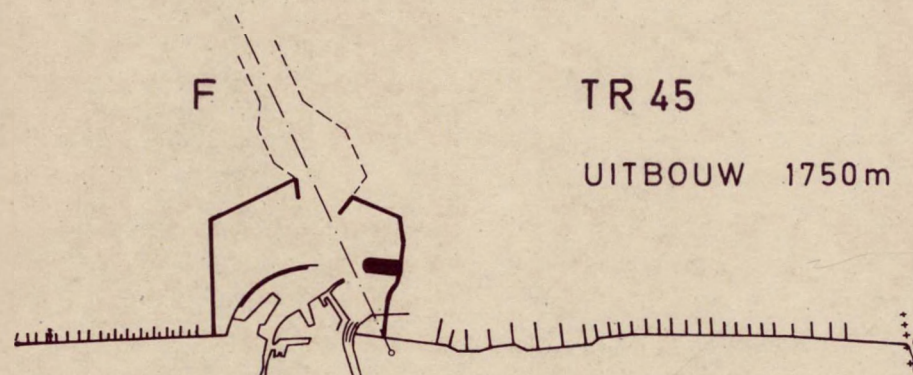
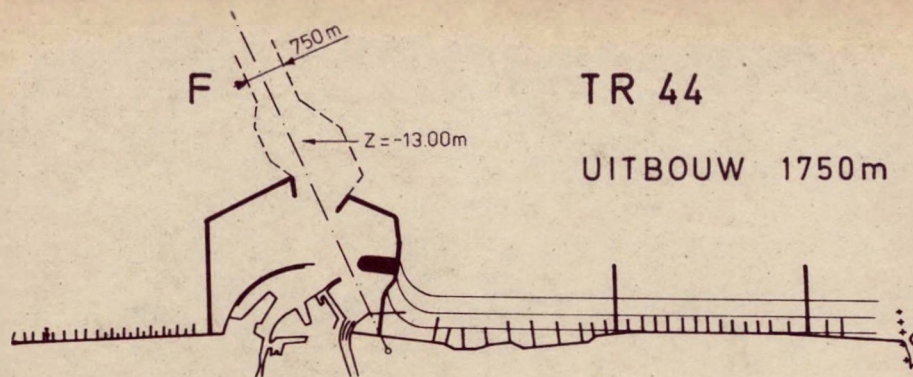
gemiddelde snelheidstoename (%) →

* ZIE BIJLAGE 46

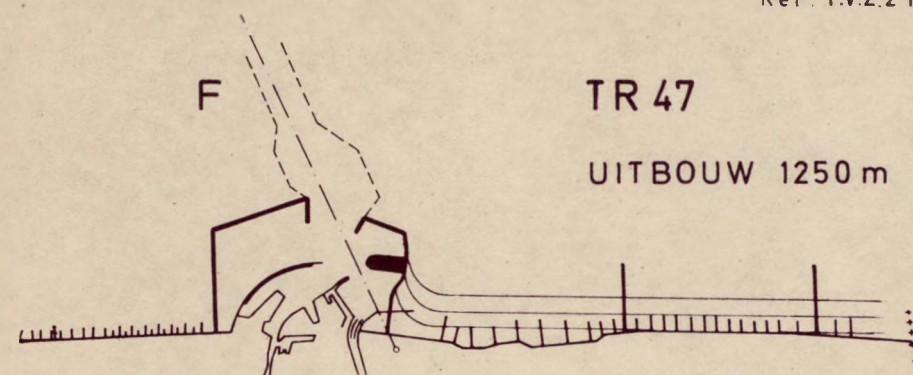


SCHAAL : 1 / 150.000

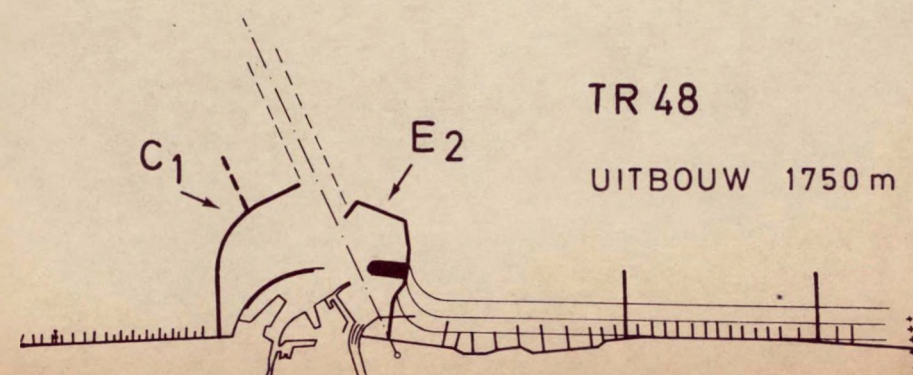
OVERZICHT TOESTANDEN NAUTISCH ONDERZOEK
VOOR GEVOELIGHEIDSSTUDIE (TR 44, 45, 46, 47 en 48)



Ref: T.V.Z.2 HAECON I.41.019_2



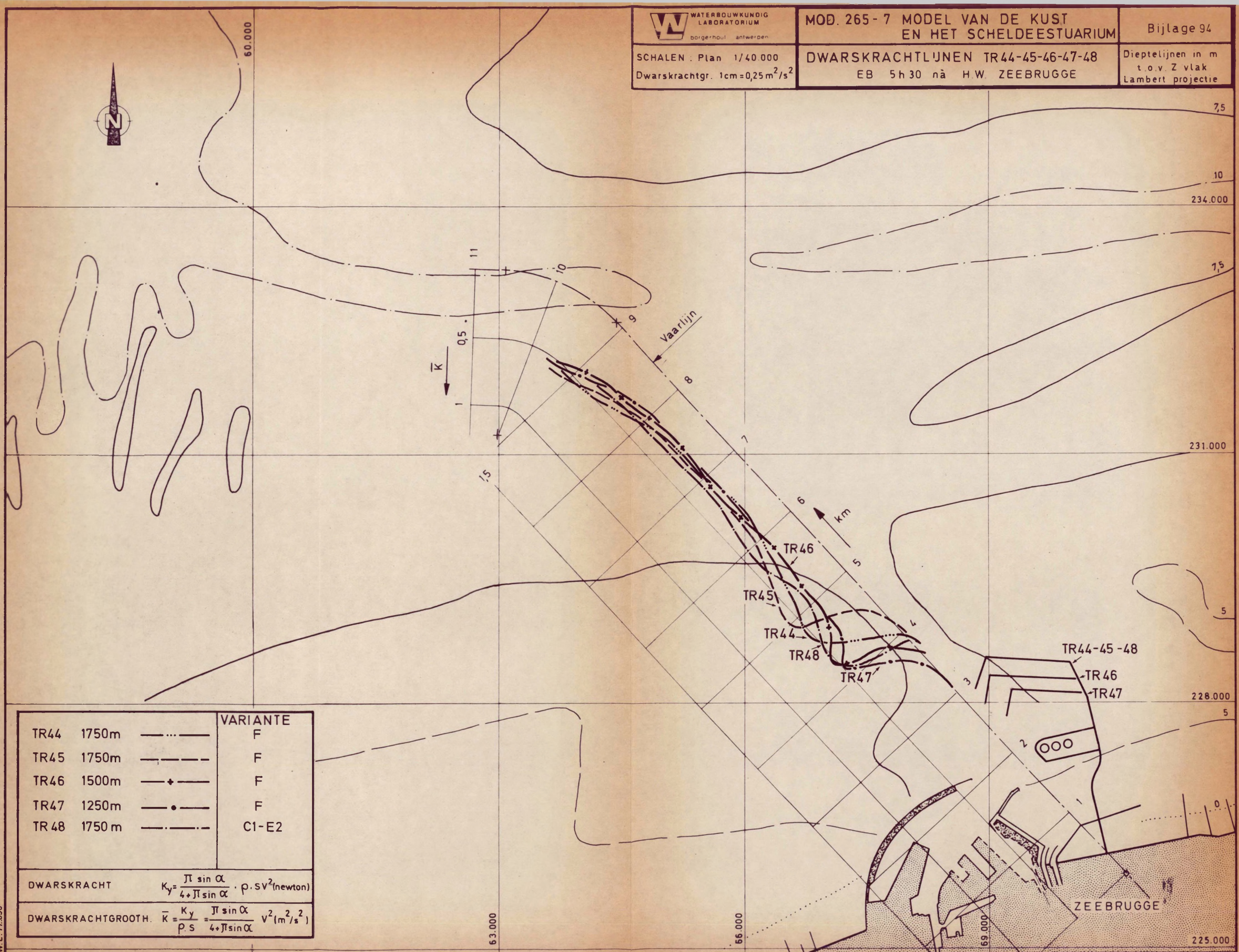
I.41.019_1



SCHALEN : Plan 1/40.000
Dwarskrachtgr. 1cm=0,25 m²/s²

DWARSKRACHTLIJNEN TR44-45-46-47-48
EB 5h30 nà H.W. ZEEBRUGGE

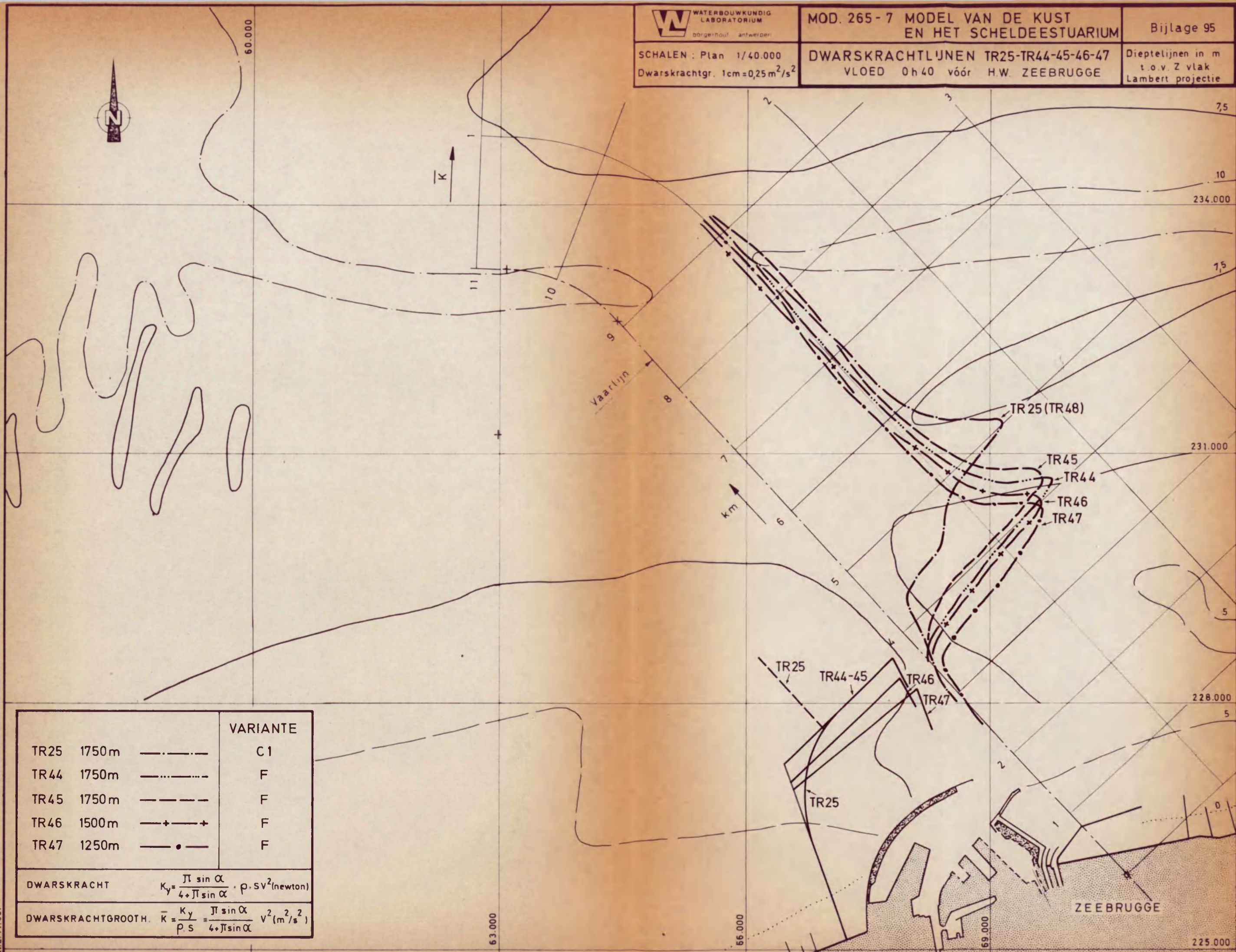
Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



SCHALEN : Plan 1/40.000
Dwarskrachtgr. 1cm=0,25m²/s²

DWARSKRACHTLIJNEN TR25-TR44-45-46-47
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

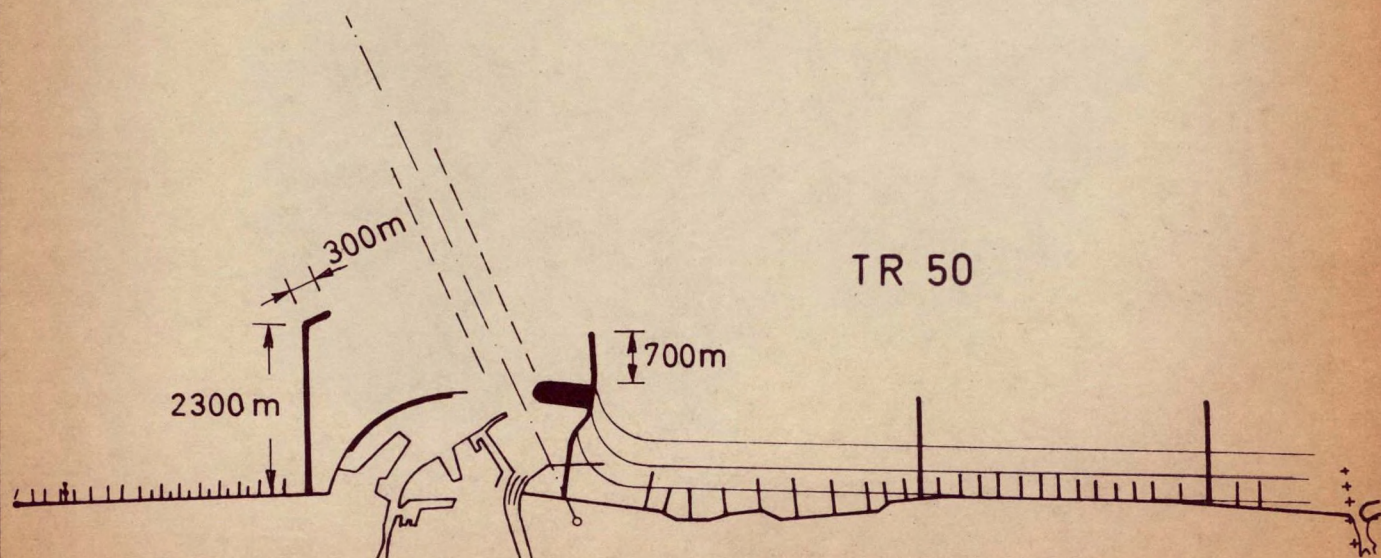
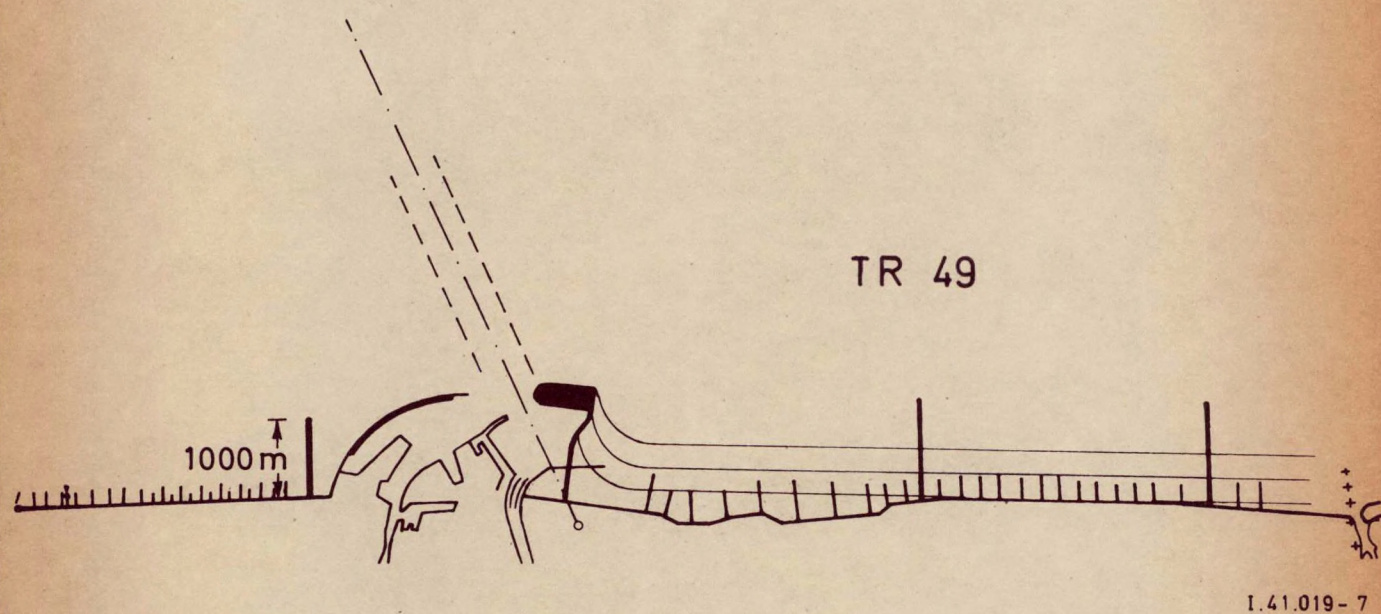
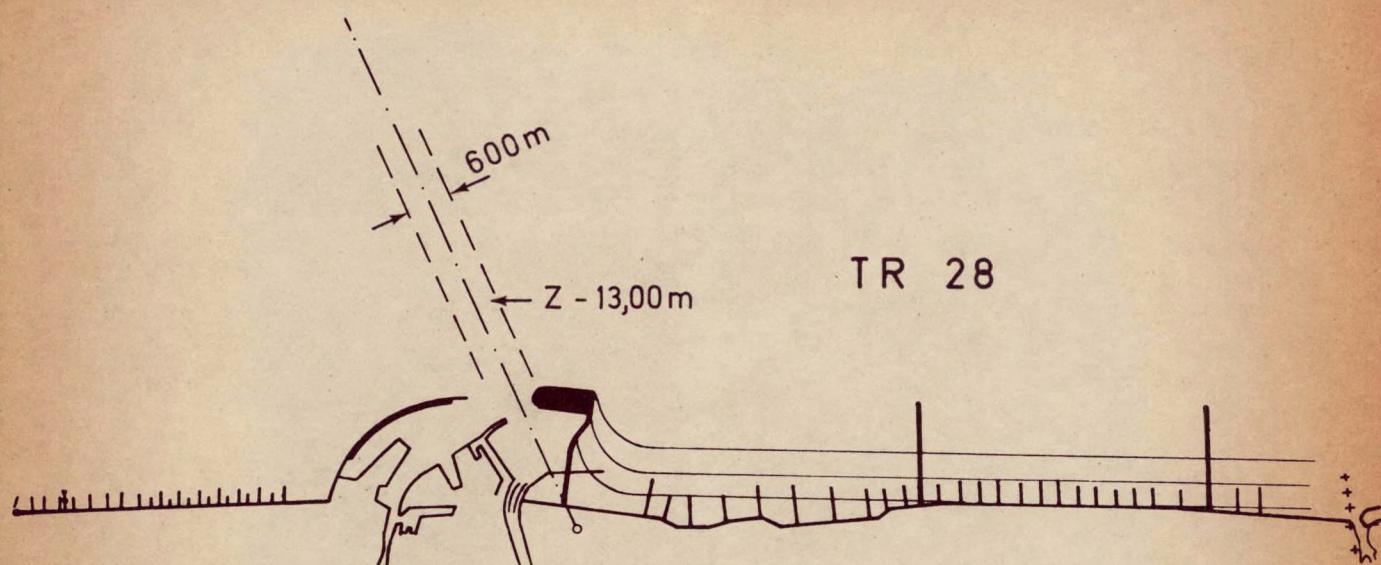
Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



			VARIANTE
TR25	1750m	— · — · — · —	C1
TR44	1750m	— · · · — · —	F
TR45	1750m	— — — — —	F
TR46	1500m	— + — + —	F
TR47	1250m	— • —	F
DWARSKRACHT			$K_y = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot \rho \cdot S V^2 (\text{newton})$
DWARSKRACHTGROOTH.			$\bar{K} = \frac{K_y}{\rho \cdot S} = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} V^2 (m^2/s^2)$

SCHAAL : 1 / 100.000

OVERZICHT TOESTANDEN NAUTISCH ONDERZOEK
VOOR INTERIM LNG HAVEN (TR 28, 49 en 50)

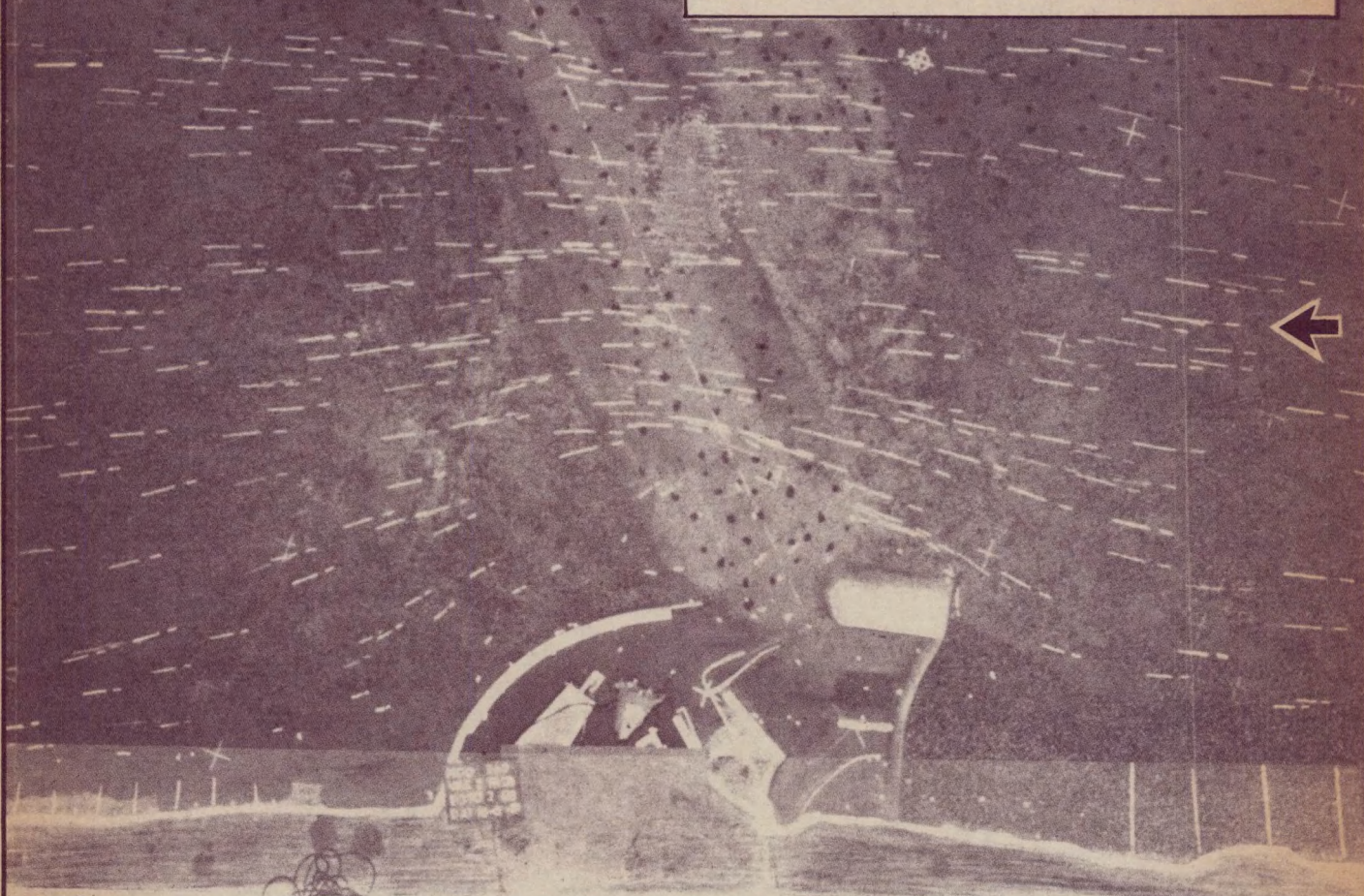




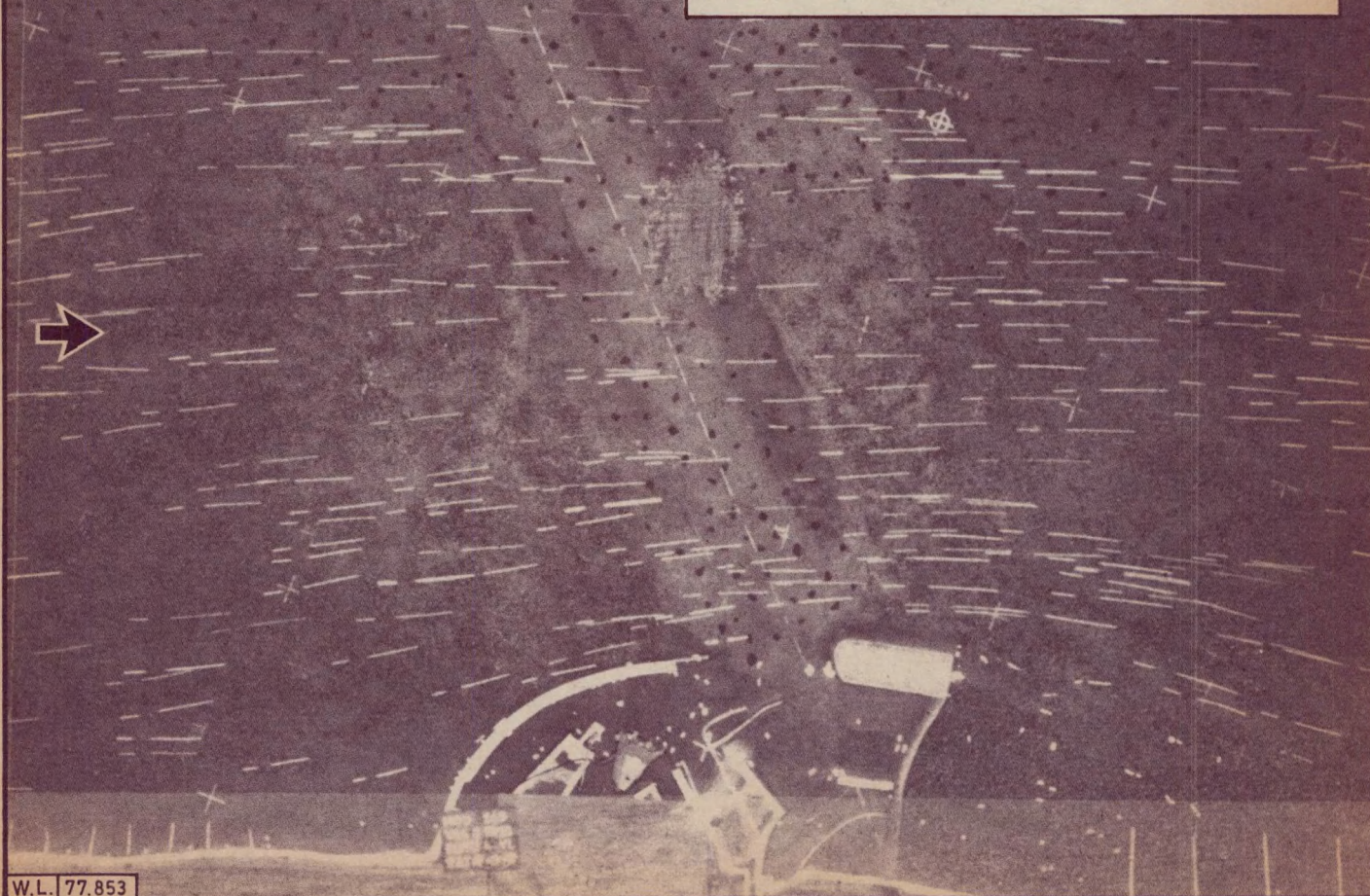
SCHALEN: Foto : 1/50.000
Snelheid : 1cm = 1,12 m/s natuur
Lambert projectie

STROOMBEELD MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
TR 28 INTERIM LNG TERMINAL VARIANTE "3-OOST"

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



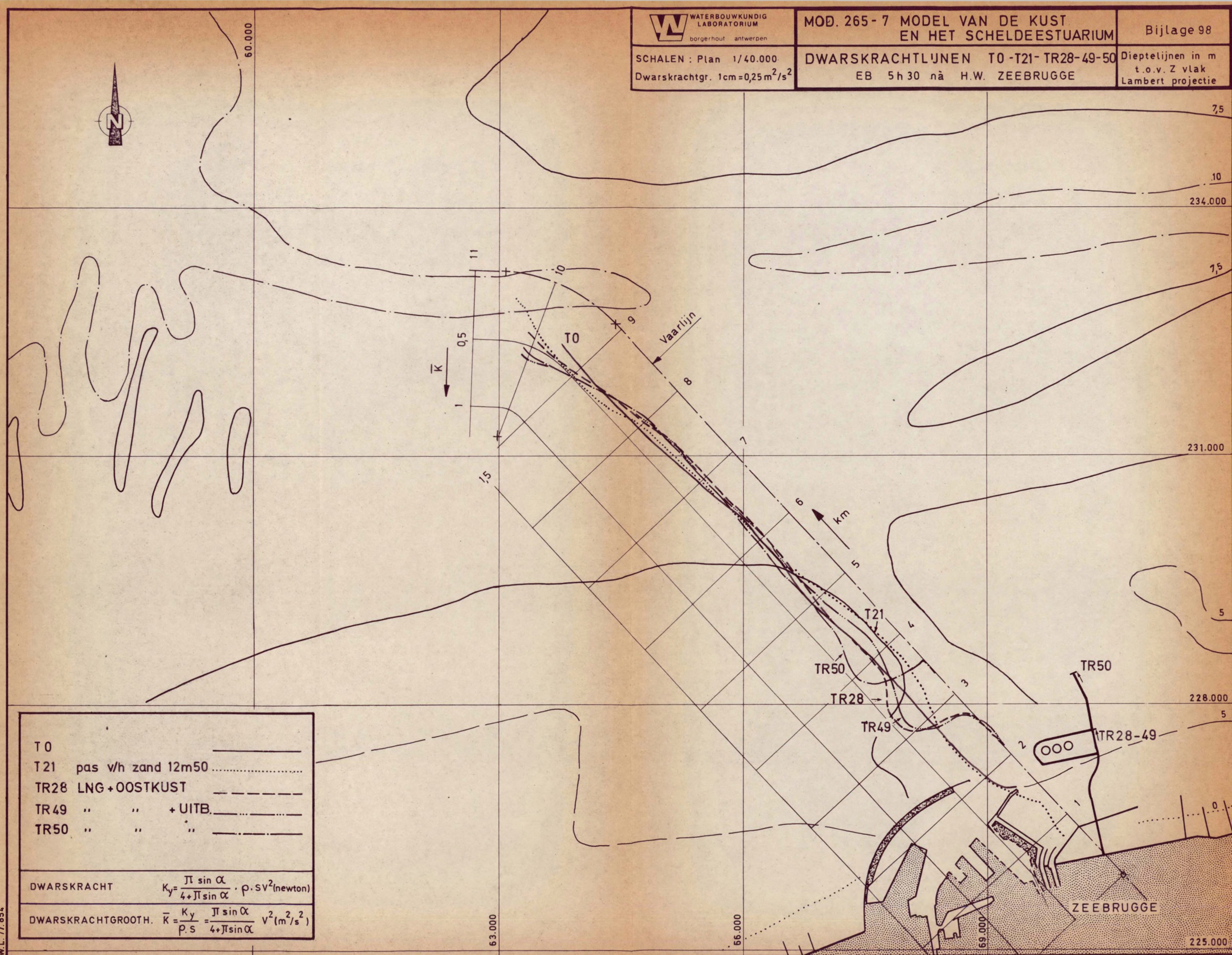
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



SCHALEN : Plan 1/40.000.
Dwarskrachtgr. 1cm=0,25m²/s²

DWARSKRACHTLIJNEN TO -T21- TR28-49-50
EB 5h30 nà H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



T 0 _____
T21 pas w/h zand 12m50
TR28 LNG + OOSTKUST _____
TR49 " " + UITB.
TR50 " " "

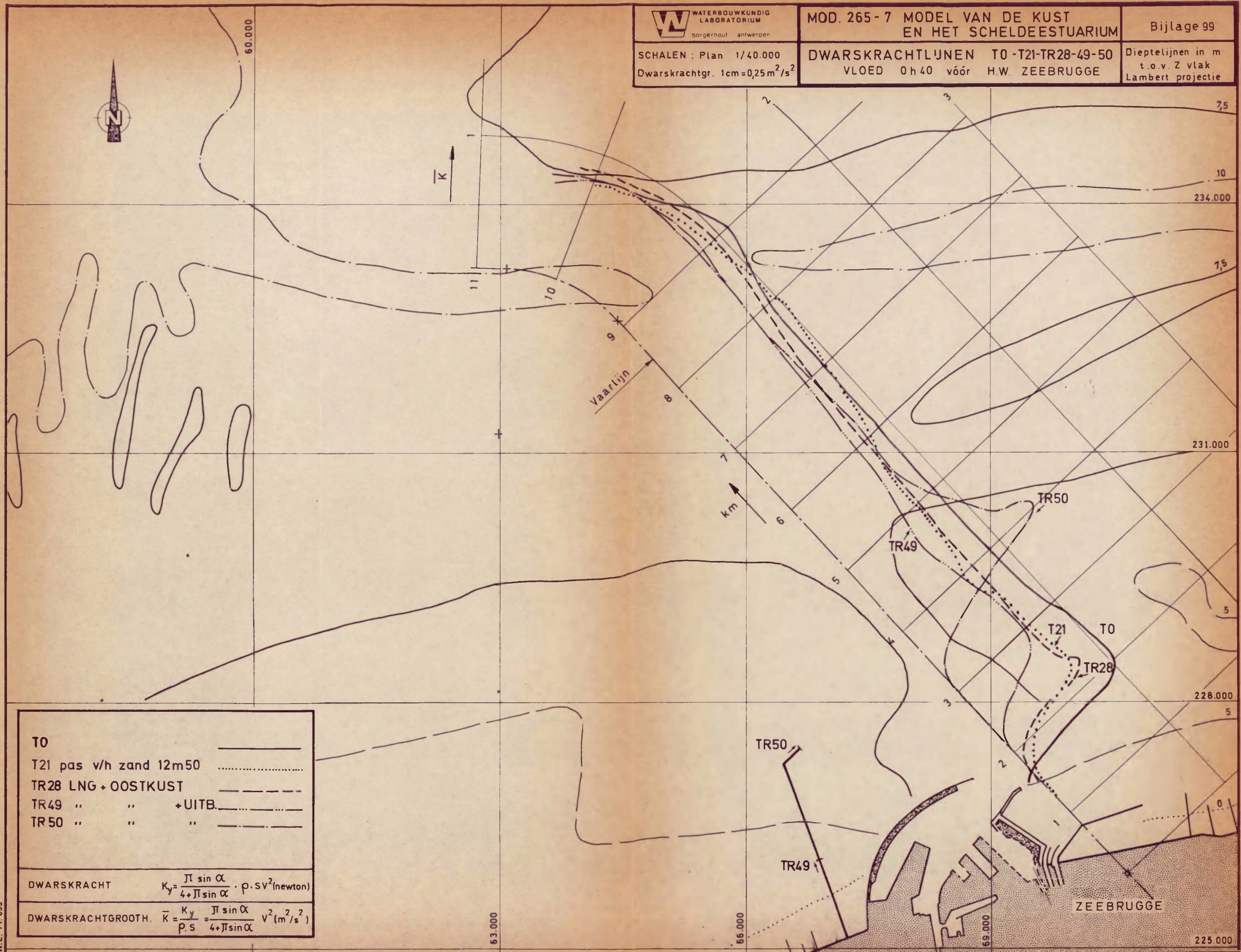
DWARSKRACHT $K_y = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot \rho \cdot v^2$ (newton)

DWARKSRACHTGROOHT. $\bar{K} = \frac{K_y}{p.s} = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} v^2 (m^2/s^2)$

SCHALEN : Plan 1/40.000
Dwarskrachtgr. 1cm=0,25m²/s²

DWARSKRACHTLJNEN TO -T21-TR28-49-50
VLOED 0h 40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



TO _____
T21 pas v/h zand 12m50
TR28 LNG + OOSTKUST _____
TR49 " " +UITB.
TR50 " " " _____

DWARSKRACHT $K_y = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot \rho \cdot v^2$ (newton)

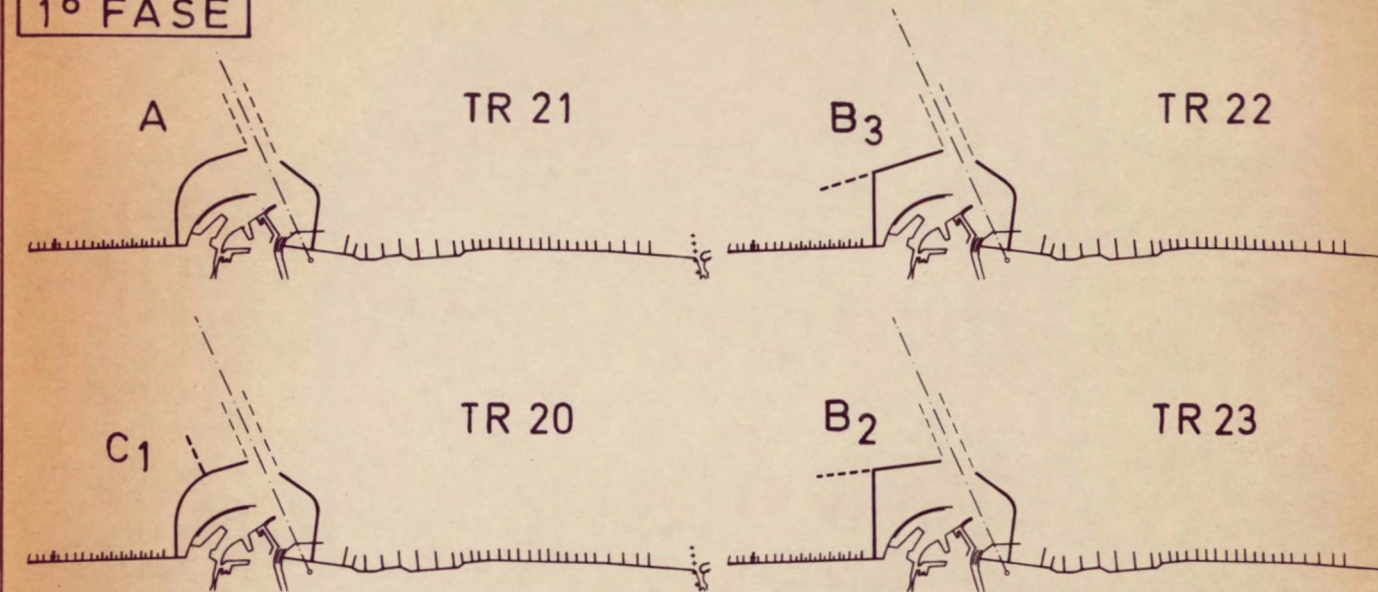
DWARSKRACHTGROOTH. $\bar{K} = \frac{K_y}{p \cdot s} = \frac{\pi \sin \alpha}{4 \pi \sin \alpha} v^2 (m^2/s^2)$

SCHAAL: 1 / 200.000

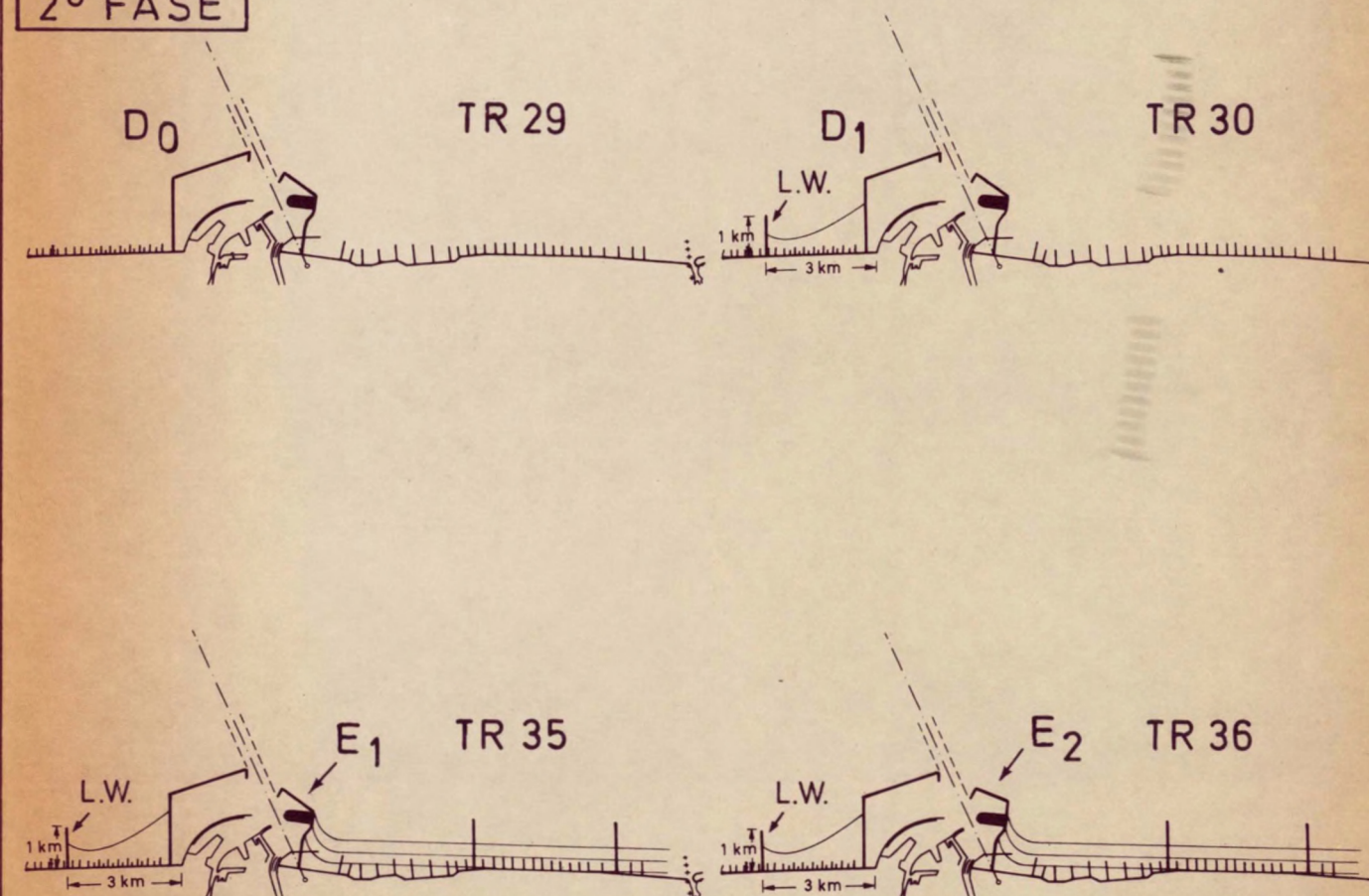
OVERZICHT VAN DE TOESTANDEN UIT DE
VORMGEVINGSSTUDIE - UITBOUW 1250 en 1750 m

UITBOUW 1250 m

1° FASE

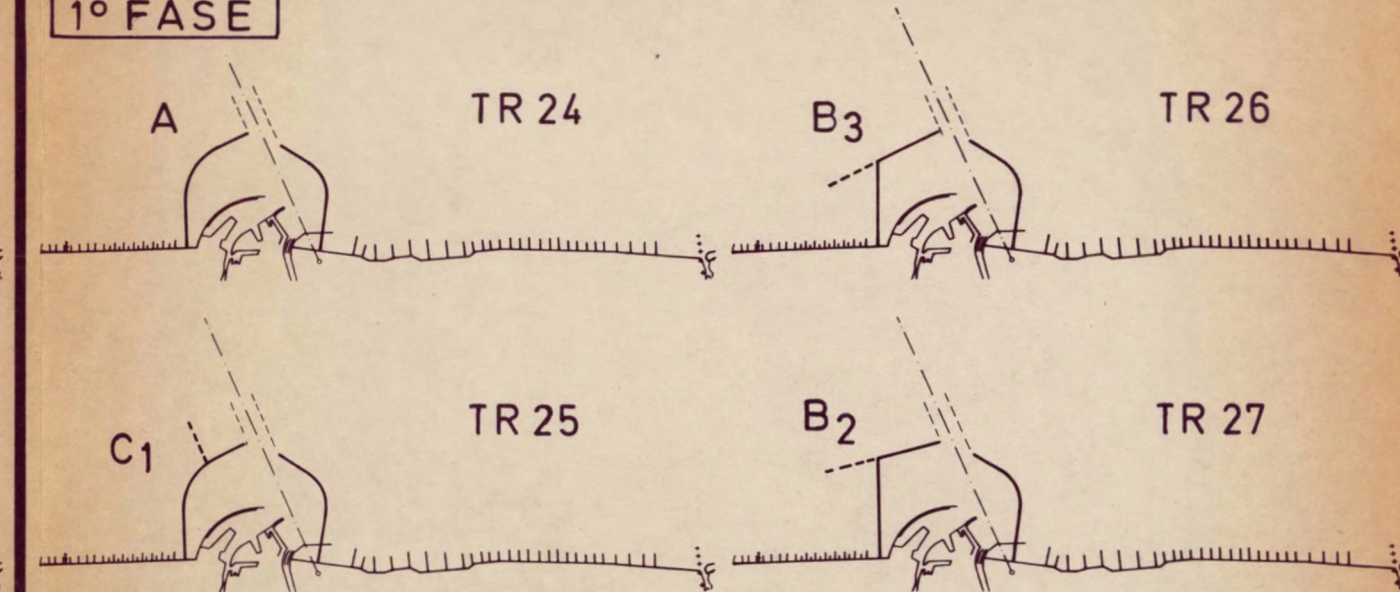


2° FASE

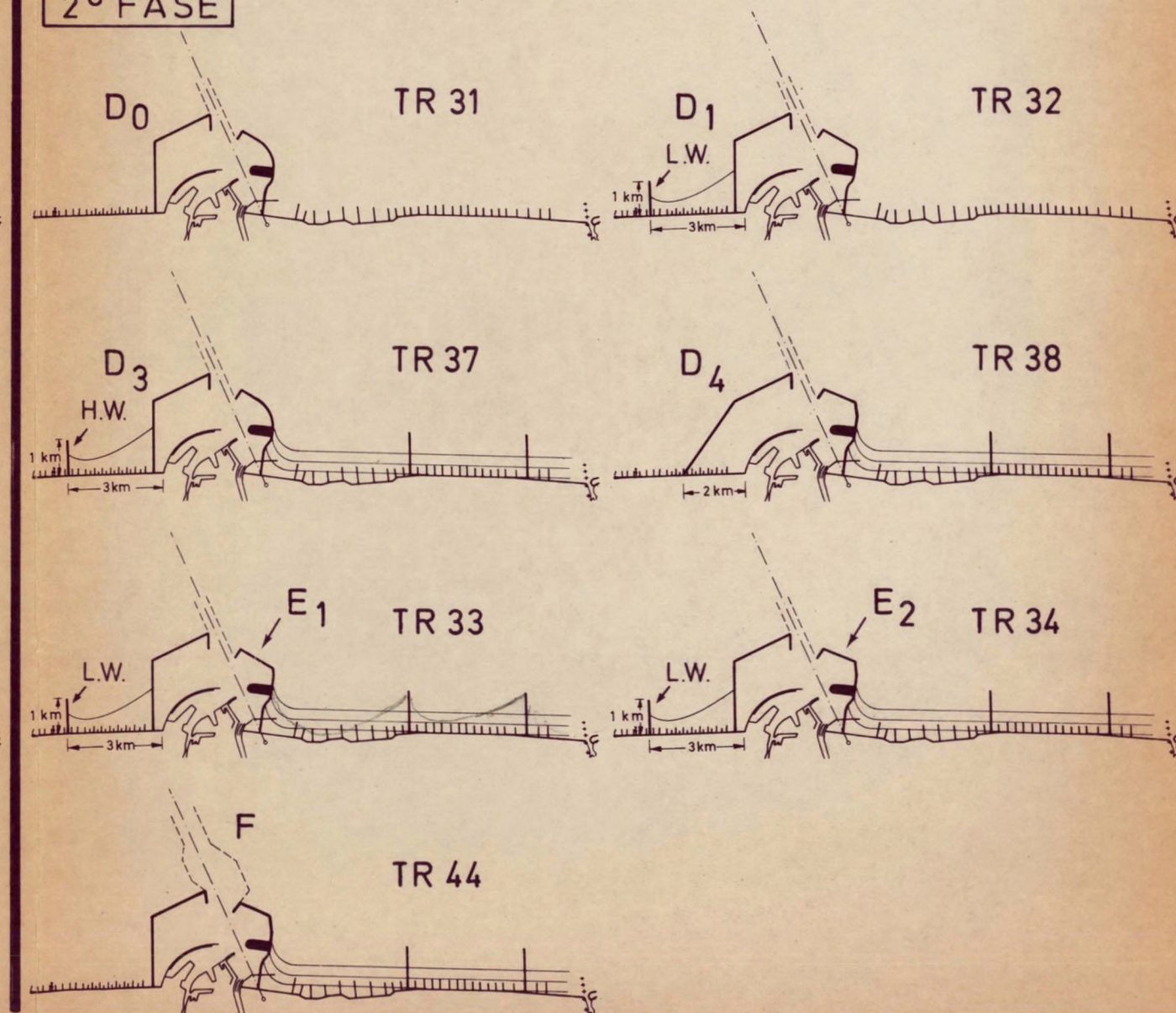


UITBOUW 1750 m

1° FASE



2° FASE



2

waterstaat

getijdewateren

theek

910

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
borgerhout

model van de kust
en het scheldeëstuarium

**HYDRAULISCH ONDERZOEK
UITBOUW VOORHAVEN
ZEEBRUGGE**

DEEL 2
figuren

1977

MOD. 265 -7

rijkswaterstaat

diens getijdewateren

bibliotheek

grenadiersweg 31 -

4338 PG middelburg

(VZW)

LAAMS INSTITUUT VOOR DE ZEE

LANDERS MARINE INSTITUTE

lande - Belgium

69420

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
borgerhout antwerpen



ministerie van openbare werken
bruggen en wegen
bestuur der waterwegen

MOD. 265 - 7
MODEL VAN DE KUST EN HET
SCHELDEESTUARIUM

HYDRAULISCH ONDERZOEK
UITBOUW VOORHAVEN ZEEBRUGGE
DEEL 2

(bijlagen)

MOD. 265-7 - DEEL 2LIJST DER BIJLAGEN

<u>Bijlage nr.</u>		<u>W.L. nr.</u>
101	Liggingsplan havendammen 1500 GVS, 1750 GVS, 1750 F en 1750 G.	77.1010
102	Stroombanen der oppervlakedrijvers. Vergelijking TR1 - TR44 bij eb.	77.1011
103	Idem bij vloed.	77.1012
104	Liggingsplan raaien en vaargeulen.	77.1089
105	Snelheidsprofiel langs de raai Blankenberge. voor T0 en TR1 - 10 - 44 - 51 en 52 bij eb.	77.1015
106	Idem bij vloed.	77.1016
107	Snelheidsprofiel langs de Pas van het Zand voor T0 en TR1 - 10 - 44 - 51 en 52 bij eb.	77.1017
108	Idem bij vloed.	77.1018
109	Snelheidsprofiel langs de raai Knokke-Heist voor T0 en TR1 - 10 - 44 - 51 en 52 bij eb.	77.1019
110	Idem bij vloed.	77.1020
111	Verloop van de procentuele snelheidsveran- dering t.o.v. T0 voor TR1 - 10 - 44 - 51 en 52 bij eb.	77.1072
112	Idem bij vloed.	77.1073

<u>Bijlage nr.</u>		<u>W.L. nr.</u>
113	Dwarskrachtenlijnen voor T0 - TR1 - 10 44 - 51 en 52 bij eb.	77.1021
114	Idem bij vloed.	77.1022
115	Snelheidsverandering in % t.o.v. T0 voor TR1 - 10 6 44 en 51 bij eb.	77.1023
116	Idem bij vloed.	77.1024
117	Stroombanen der oppervlakedrijvers. Vergelijking TR10 - TR51 bij eb.	77.1013
118	Idem bij vloed.	77.1014
119	Studie oostkust. Liggingsplan kribben en suppletie.	77.1055
120	Studie Oostkust. Procentuele snelheids- verandering t.o.v. T0 voor TR1 - 18 - 19 bij eb.	77.1053
121	Idem bij vloed	77.1054
122	Studie oostkust. Snelheidsverloop voor T0 - TR1 - 18 - 19 bij eb.	77.1051
123	Idem bij vloed	77.1052
124	Studie oostkust. Procentuele snelheids- verandering t.o.v. T0 voor TR14 - 15 - 16 - 6 bij eb.	77.1056
125	Idem bij vloed.	77.1057
126	Studie oostkust. Procentuele snelheids- verandering t.o.v. T0 voor TR11 - 12 - 7 bij eb.	77.1058

<u>Bijlage nr.</u>		<u>W.L. nr.</u>
127	Studie oostkust. Procentuele snelheidsverandering t.o.v. T0 voor TR11 - 12 - 7 bij vloed.	77.1059
128	Idem voor TR41 - 42 - 44 bij eb.	77.1060
129	Idem bij vloed.	77.1061
130	Stroombeeld met oppervlaktevlotters langs de oostkust voor TR44 (1750 m)	77.1090
131	Gemiddelde snelheidsverandering in % t.o.v. T0 langsheen de oostkust.	77.1066
132	Overzicht toestanden oostkust.	77.1050
133	Uitbouwfasen : ligging havendammen.	77.1082
134	Oostkust : procentuele snelheidsverandering t.o.v. T0 voor TR17.	77.1062
135	Idem voor TR28.	77.1063
136	Idem voor TR39.	77.1064
137	Idem voor TR40	77.1065
138	Stroombeeld met oppervlaktevlotters voor TR28.	77.1091
139	Idem voor TR55	77.1092
140	Idem voor TR55 bis en ter (vloed).	77.1093
141	Ligging en grootte neerzone bij vloed voor TR28 - 55.	77.1081
142	Snelheidsprofielen langs de Pas van het Zand bij eb voor T0 en TR28 - 54 - 55.	77.1079
143	Idem bij vloed.	77.1080

Bijlage nr.W.L. nr.

144	Snelheidsprofielen langs de oostkust voor T0 - TR28 - 54 en 55 bij vloed.	77.1078
145	Procentuele snelheidsverandering t.o.v. T0 voor TR28 - 54 en 55 bij eb.	77.1076
146	Idem bij vloed.	77.1077
147	Stroombeeld met oppervlaktevlotters voor TR49.	77.1094
148	Idem voor TR50.	77.1095
149	Idem voor TR40.	77.1096
150	Procentuele snelheidsverandering t.o.v. T0 voor TR40.	77.1097
151	Idem voor TR39.	77.1098
152	Snelheidsverloop langs de Pas van het Zand t.o.v. T0 voor TR28 - 49 - 50 - 40 - 44 bij eb.	77.1074
153	Idem bij vloed	77.1075
154	Overzicht der bouwfasetoestanden.	77.1101

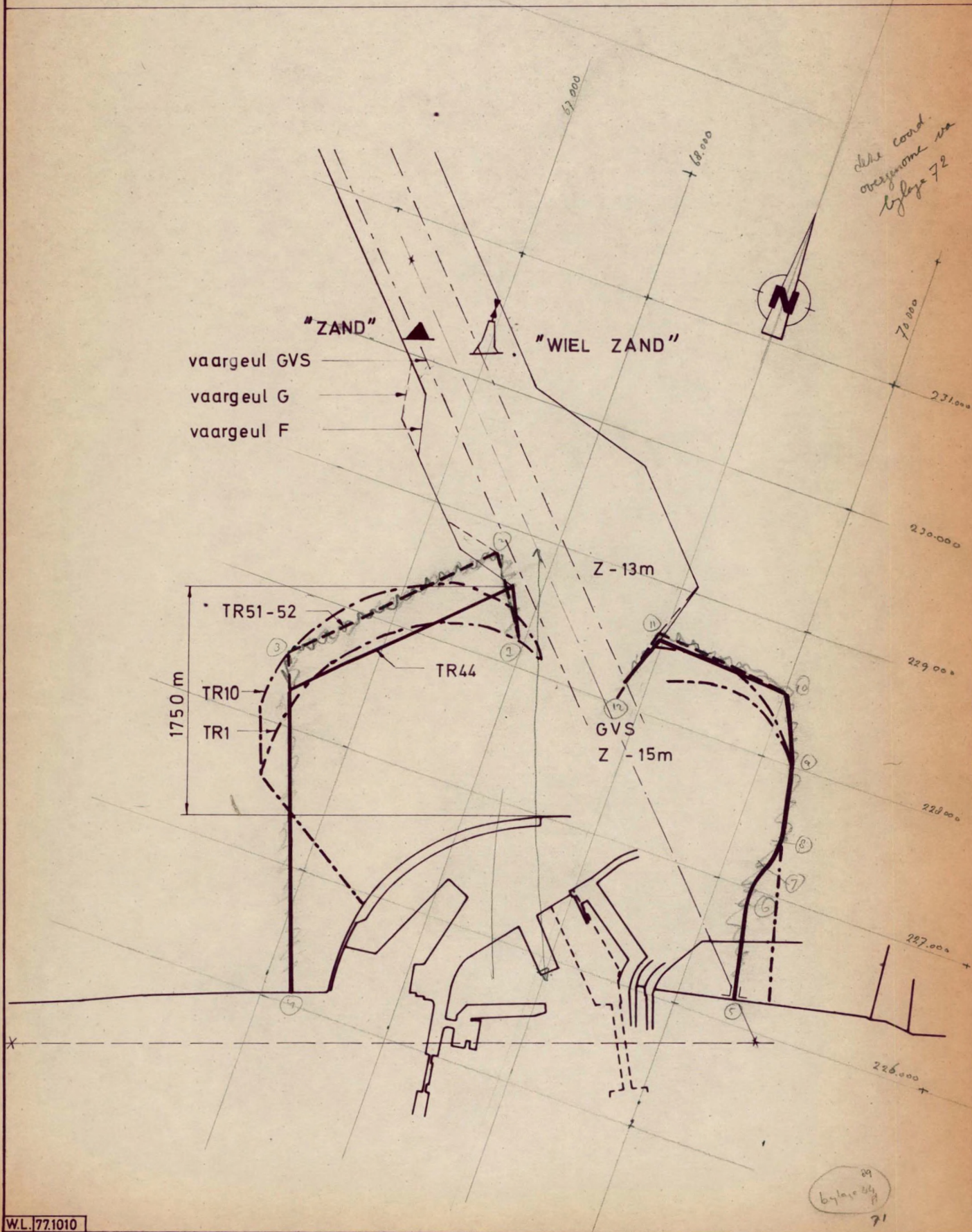
SCHAAL: 1/40.000

LIGGINGSPLAN HAVENDAMMEN 1500 GVS , 1750 GVS

Lambert projectie

1750 F , 1750 G (TR1 - 10 - 44 - 52)

---	TR1	uitbouw 1500 m	vorm gevoeligheidsstudie(GVS)
---	TR10	uitbouw 1750m	vorm gevoeligheidsstudie(GVS)
---	TR44	uitbouw 1750m	variante F
---	TR51-52	uitbouw 1750m	variante G





WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM

borgerhout antwerpen

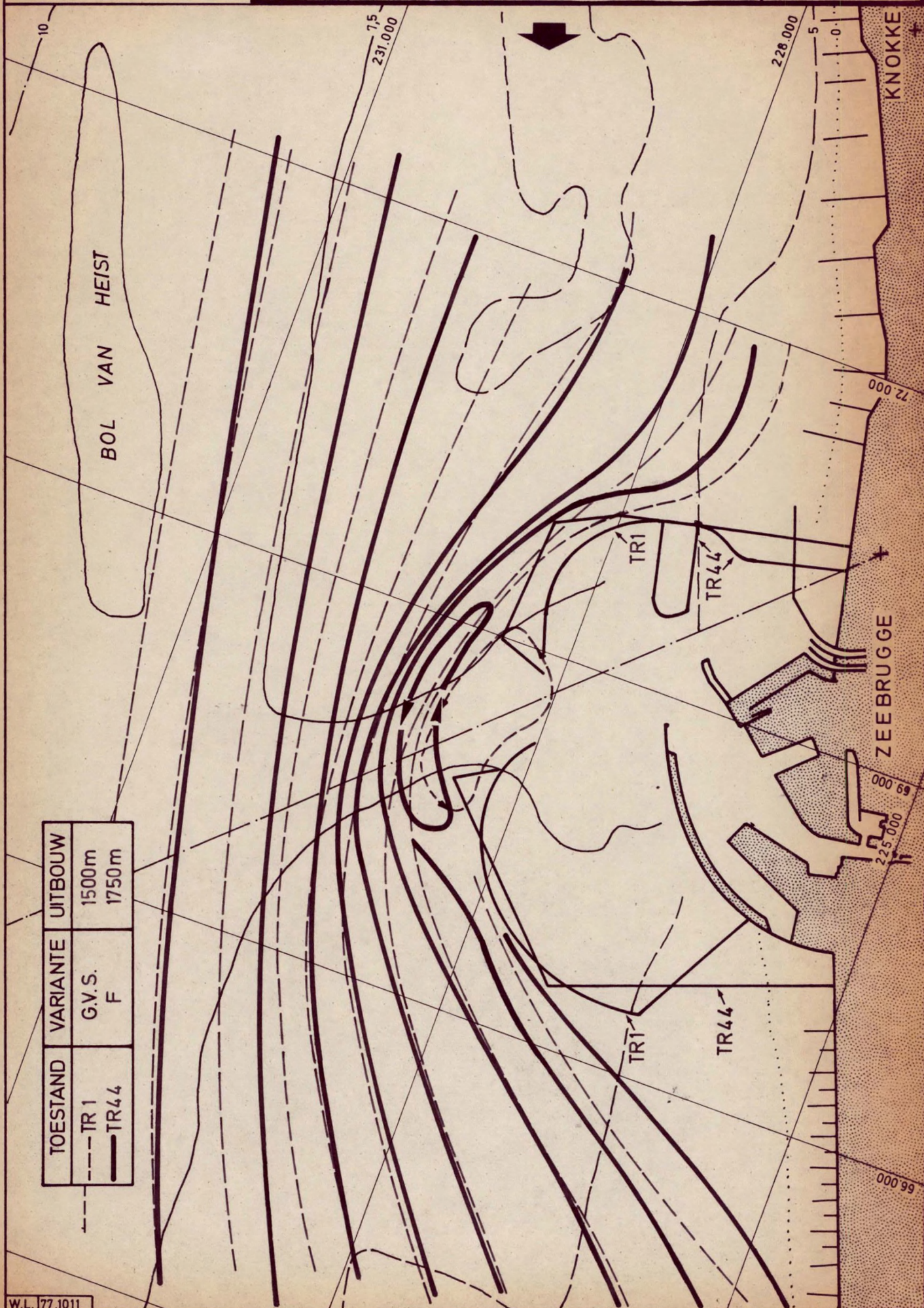
MOD. 265_7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 102

SCHALEN : Plan 1/40.000

STROOMBANEN DER OPPERVLAKTEDRIJVERS
VERGELIJKING TR1 - 44
EB 5h30 NA H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie





WATERSBOUWKUNDIG
LABORATORIUM

borgerhout antwerpen

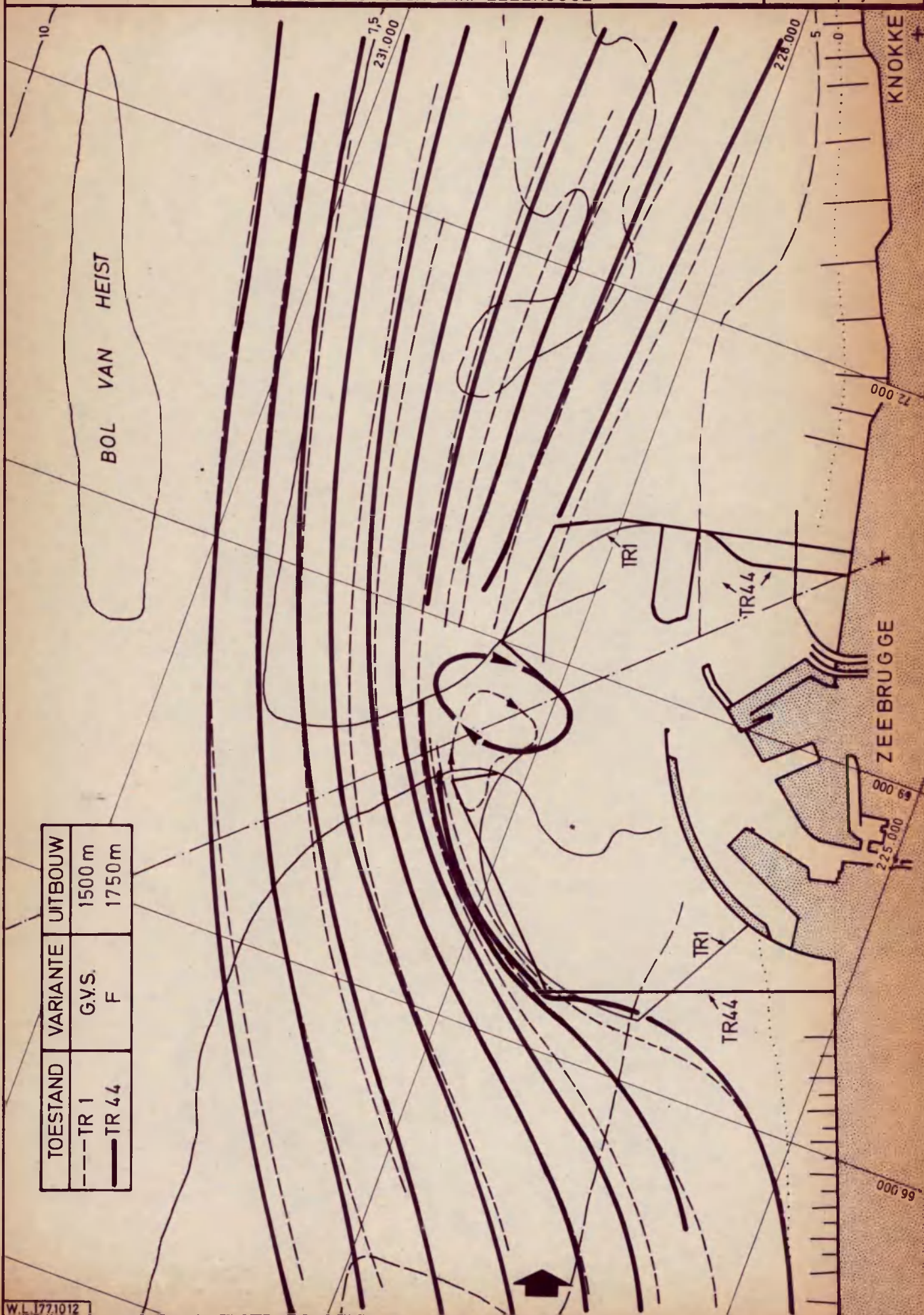
MOD. 265_7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 103

SCHALEN : Plan 1/40.000

STROOMBANEN DER OPPERVLAKTEDRIJVERS
VERGELIJKING TR1-44
VLOED 0h40 VOOR H.W. ZEEBRUGGE

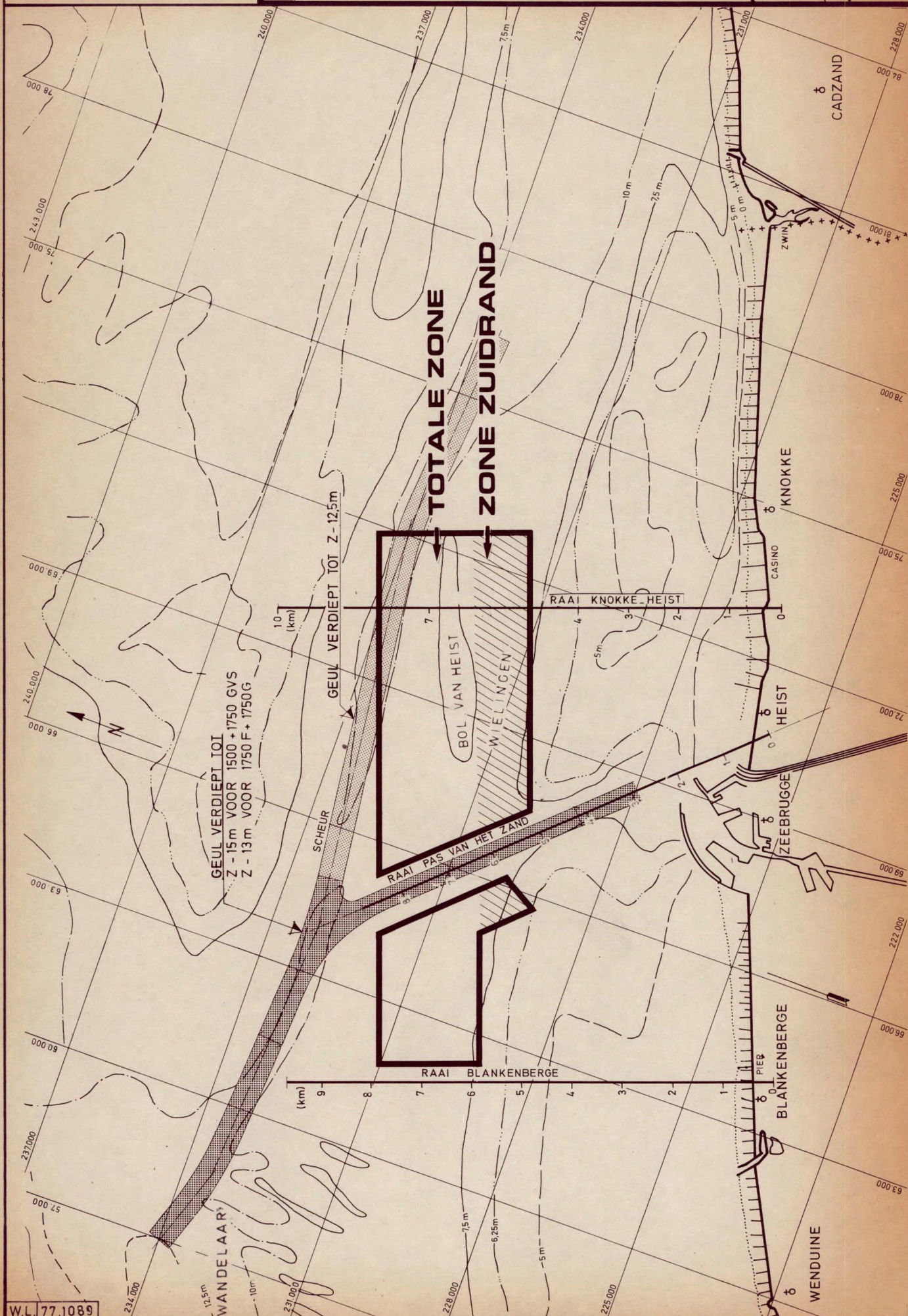
Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



SCHAAL : 1 / 100 000

VERGELIJKING 1500 GVS, 1750 GVS, 1750 F EN 1750 G - LIGGING VAARGEULEN EN RAAIEN

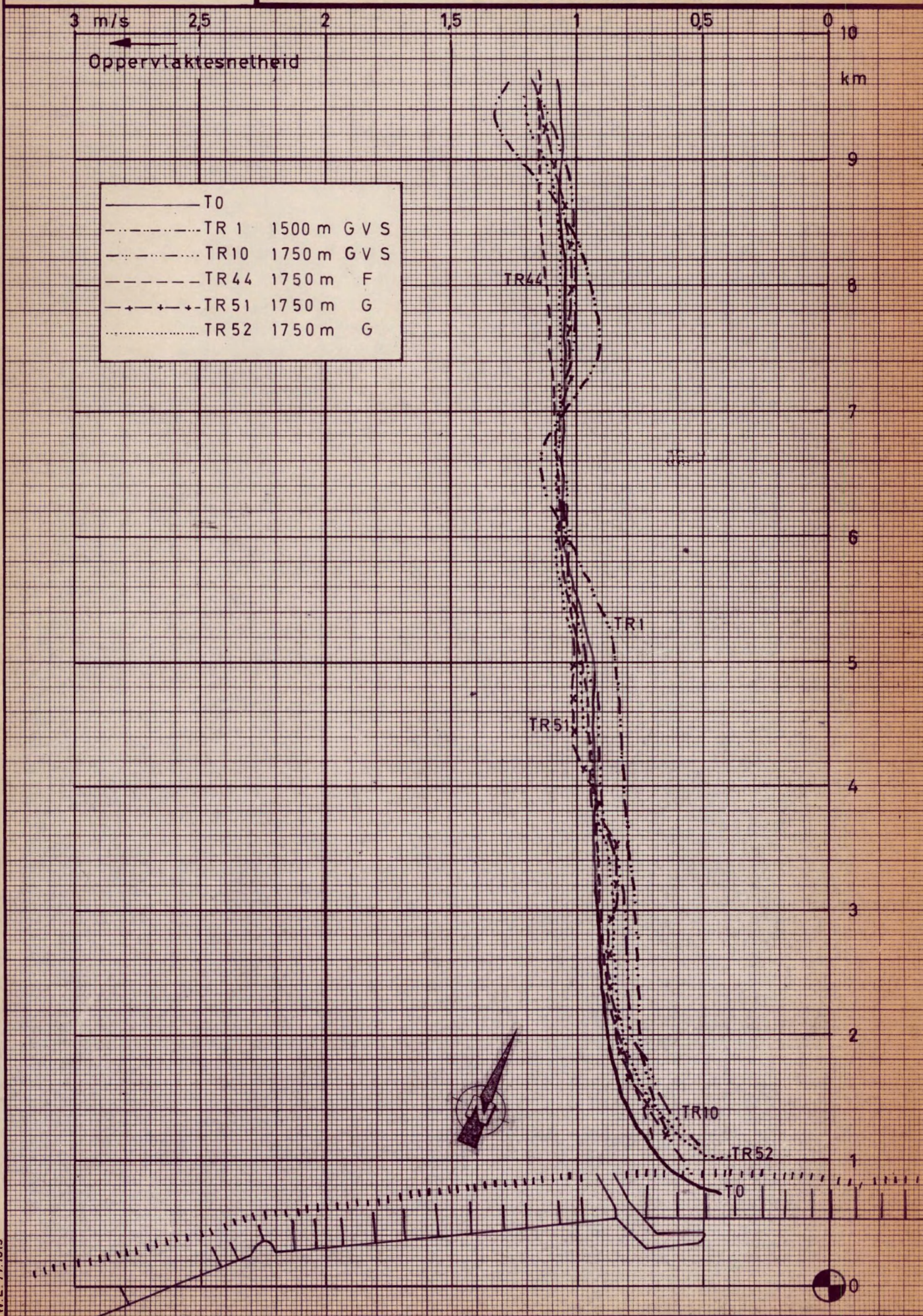
Dieptelijnen in m
t.o.v. Z_vlak
Lambert projectie





schaal: plan 1 40.000

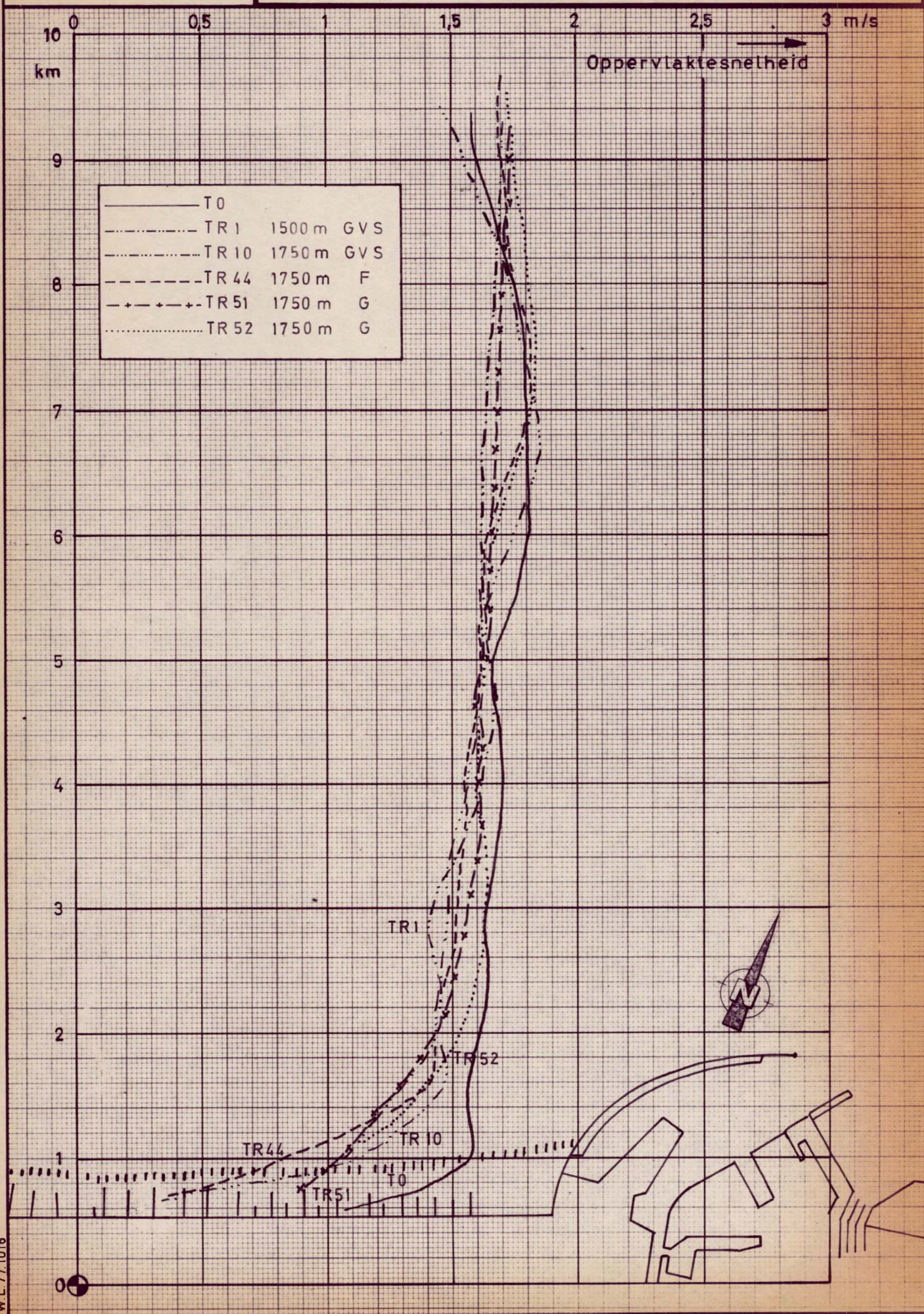
GEVOELIGHEIDSANALYSE : SNELHEIDSPROFIEL LANGS
DE RAAI BLANKENBERGE VOOR T0 en TR1-10-44-51-52
EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE





schaal: plan 1 / 40.000

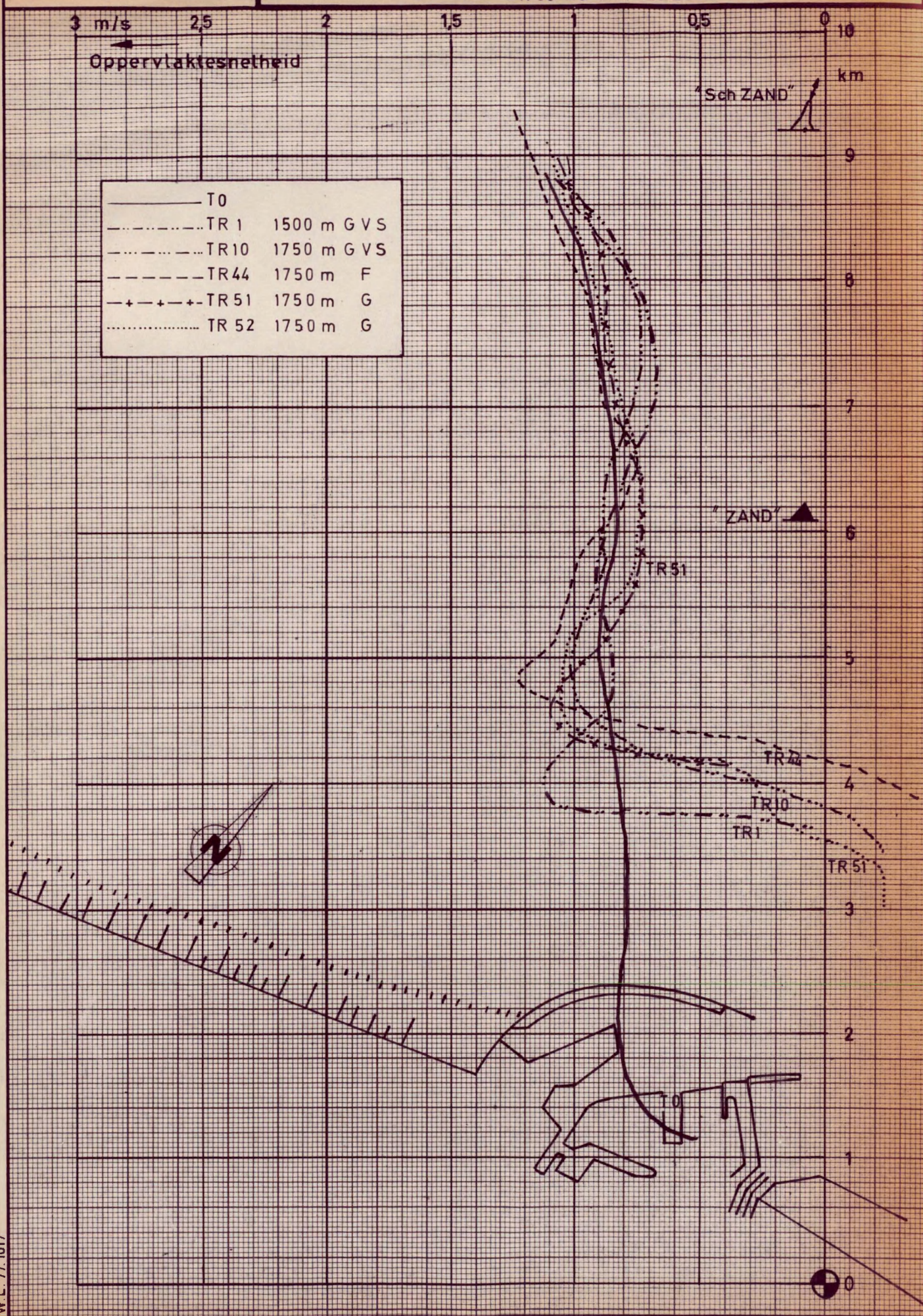
GEVOELIGHEIDSANALYSE : SNELHEIDSPROFIEL LANGS
DE RAAI BLANKENBERGE VOOR T0 en TR1-10-44-51-52
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE





schaal: plan 1/40.000

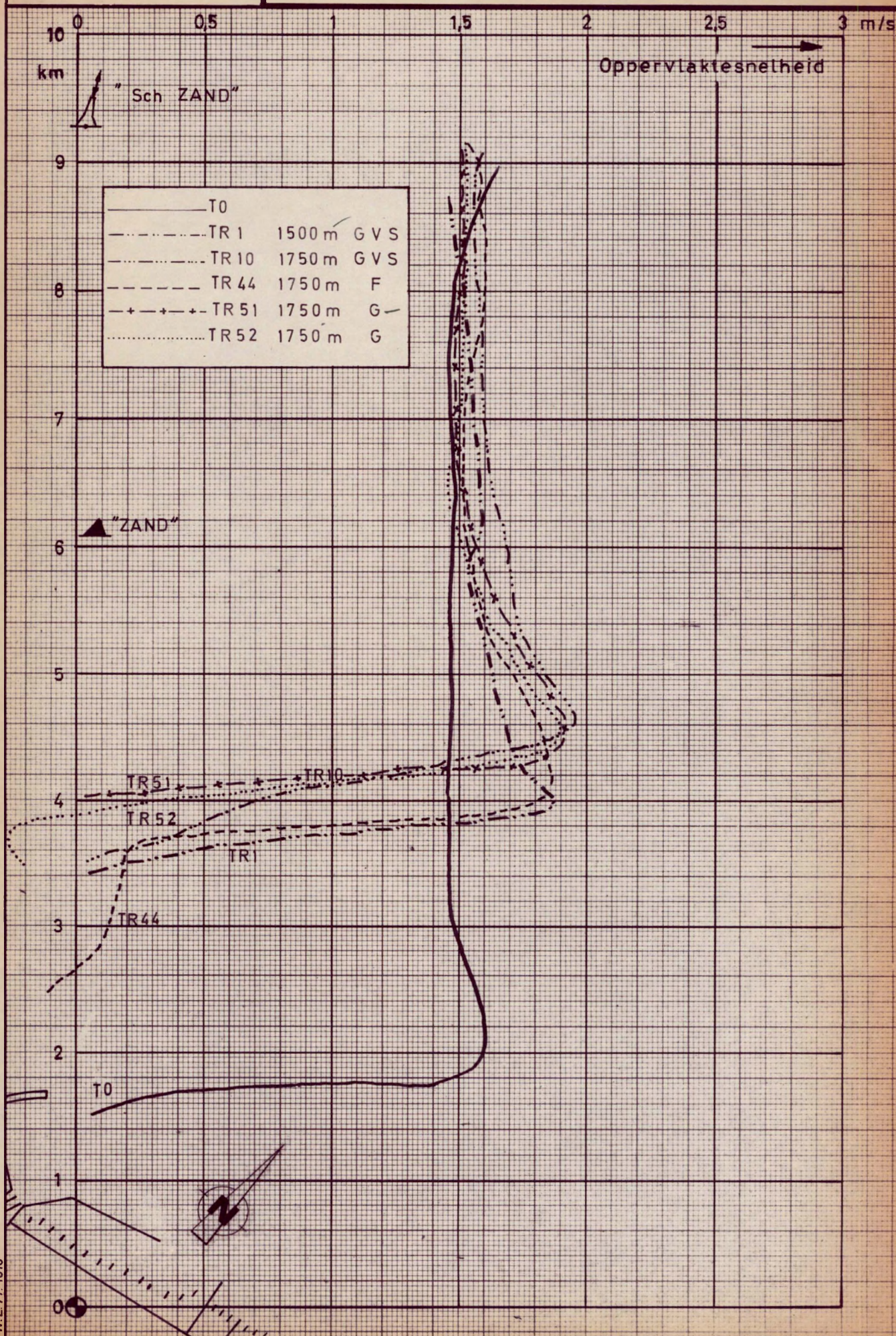
GEVOELIGHEIDSANALYSE : SNELHEIDSPROFIEL LANGS
DE RAAI PAS VAN HET ZAND VOOR T0 en TR1-10-44-51-52
EB 5h30 na HW. ZEEBRUGGE





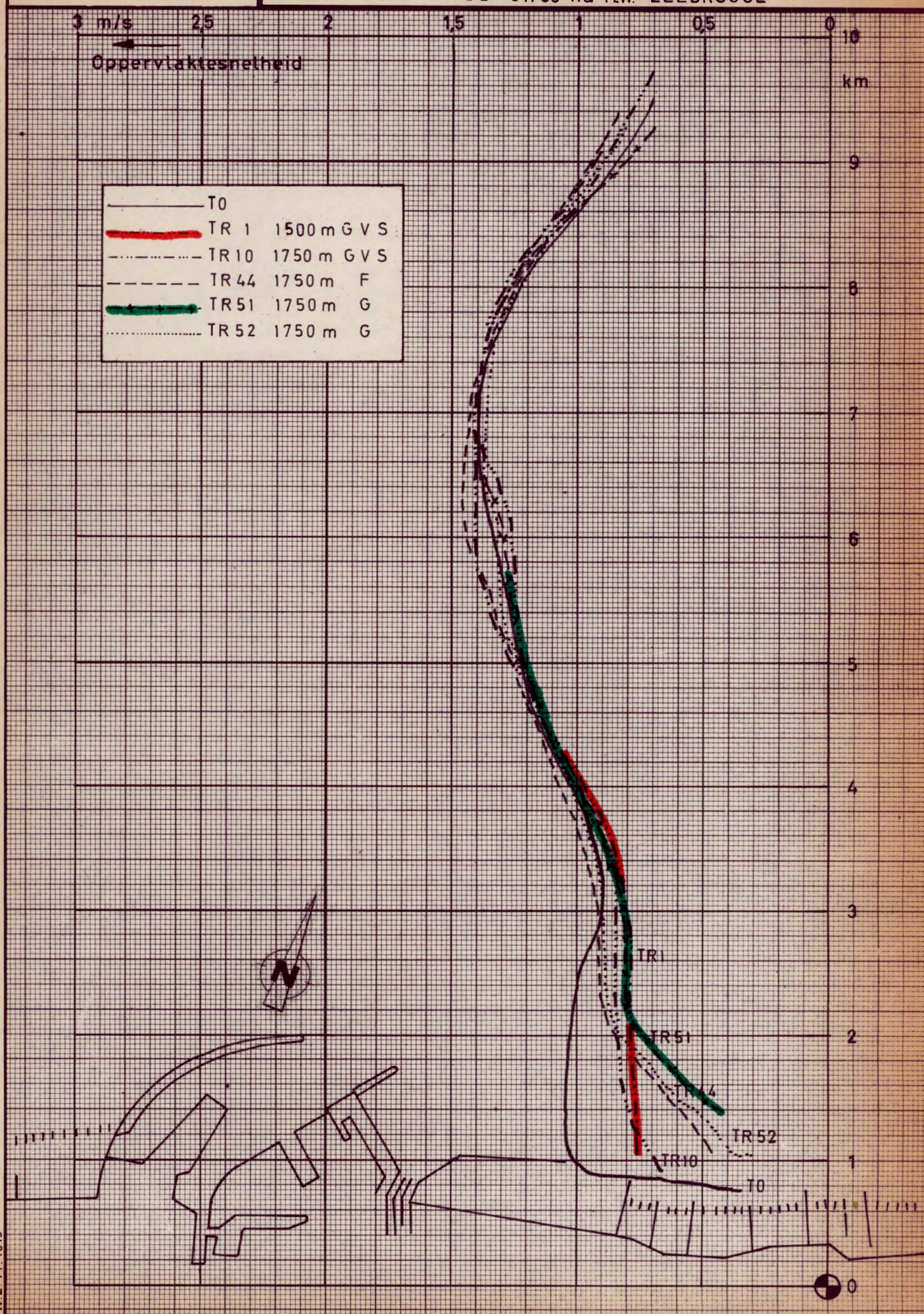
schaal: plan 1 / 40.000

GEVOELIGHEIDSANALYSE : SNELHEIDSPROFIEL LANGS
DE RAAI PAS VAN HET ZAND VOOR T0 en TR1-10-44-51-52
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



schaal: plan 1/40,000

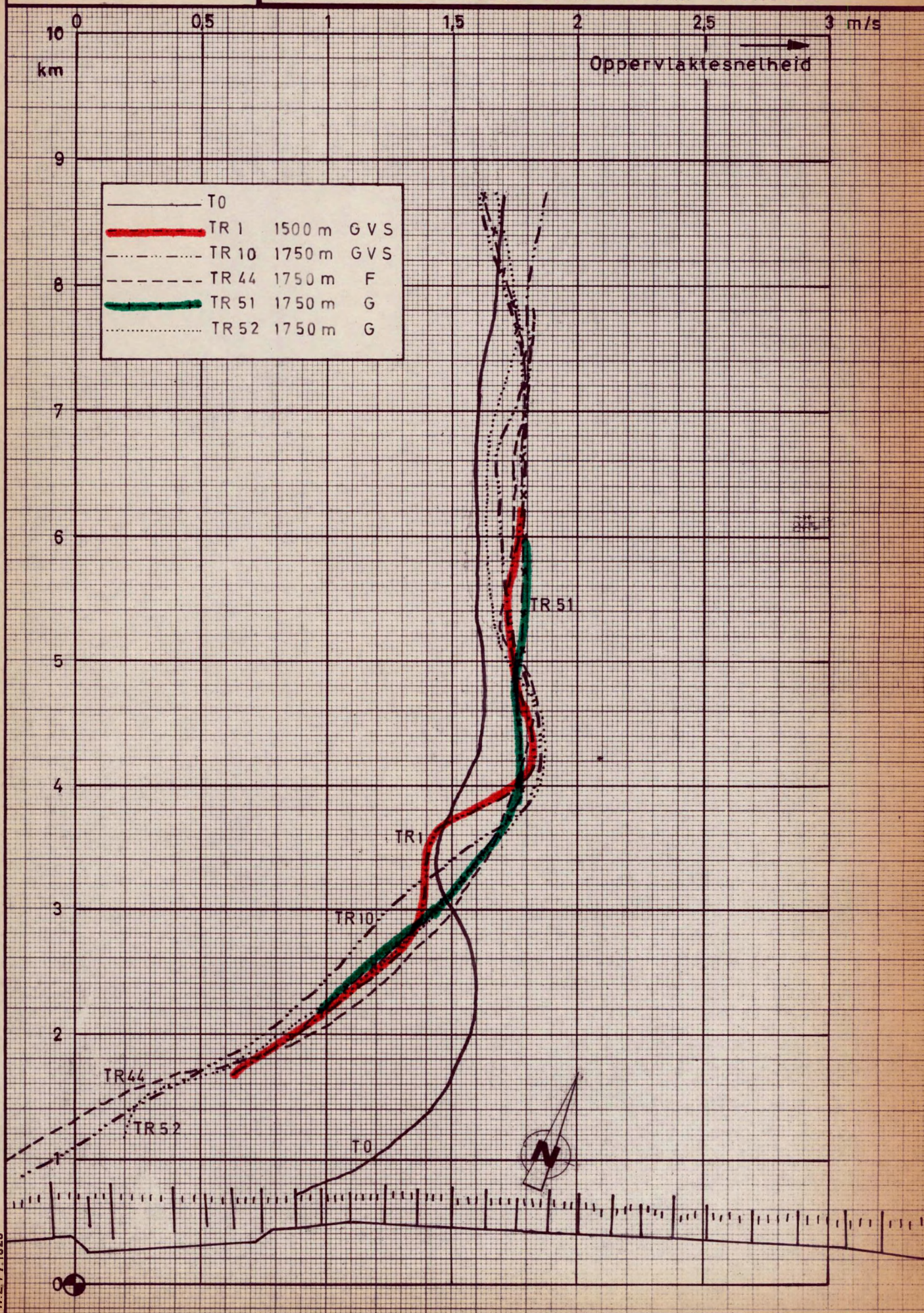
GEVOELIGHEIDSANALYSE : SNELHEIDSPROFIEL LANGS
DE RAAI KNOKE-HEIST VOOR T0 en TR1-10-44-51-52
EB 5h30 na HW. ZEEBRUGGE





schaal: plan 1/40.000

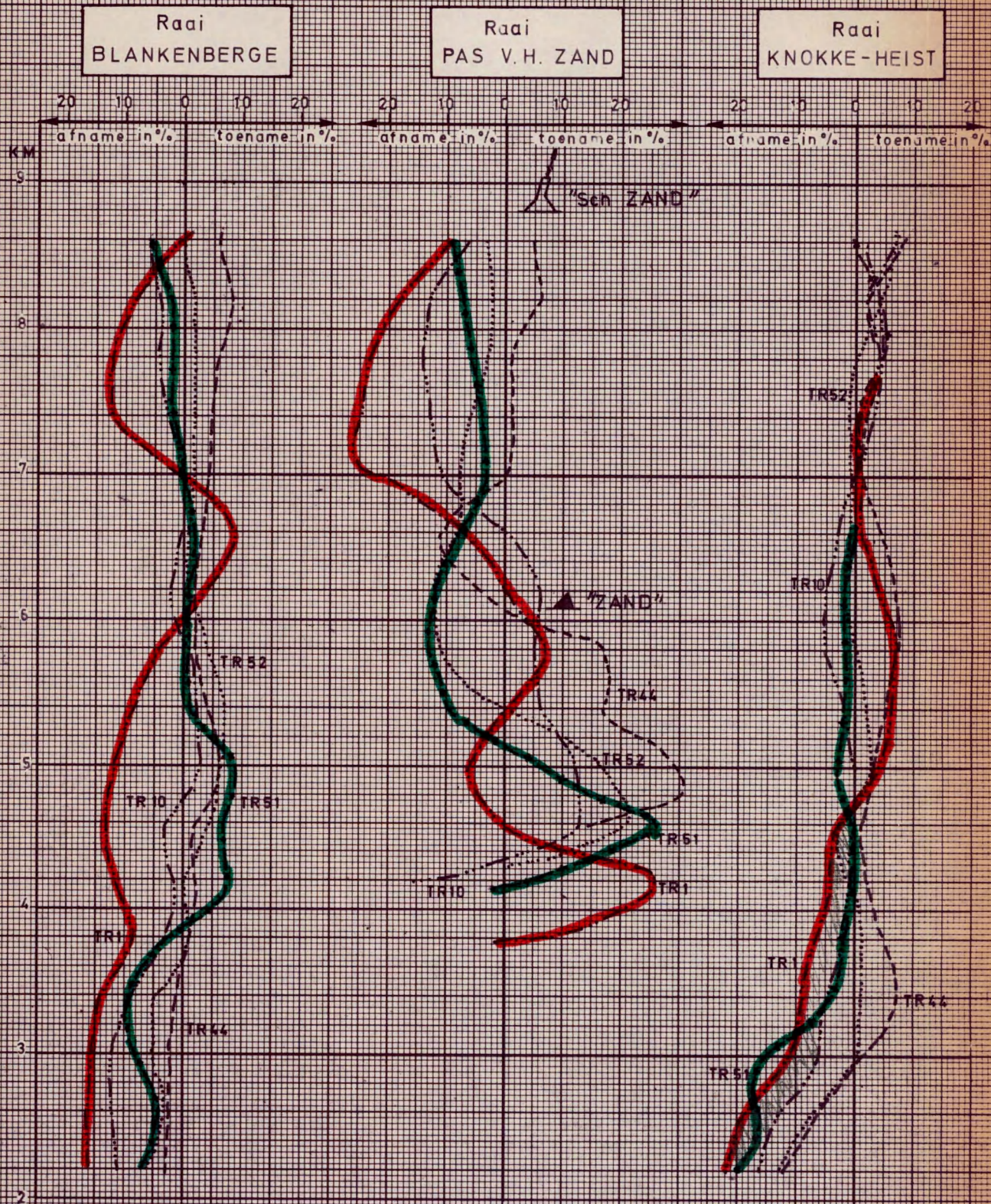
GEVOELIGHEIDSANALYSE : SNELHEIDSPROFIEL LANGS
DE RAAI KNOKE -HEIST VOOR T0 en TR1-10-44-51-52
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE





PROCENTUELE SNELHEIDSVERANDERING t.o.v. T0
voor TR1-10-44-51-52

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE

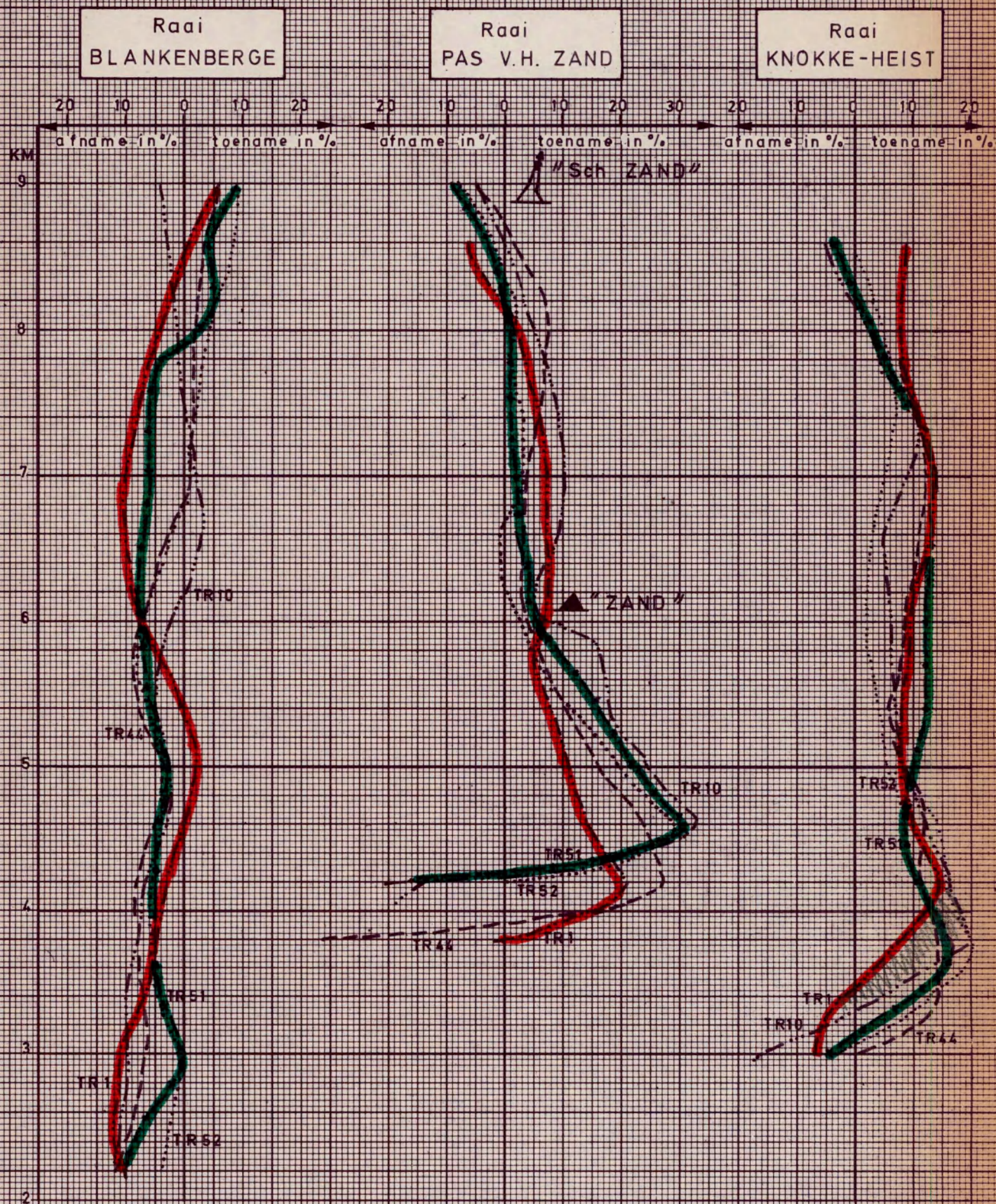


— T0	---	TR44	1750m	F
— TR1 1500m GVS	— TR51 1750m G			
--- TR10 1750m GVS TR52 1750m G			

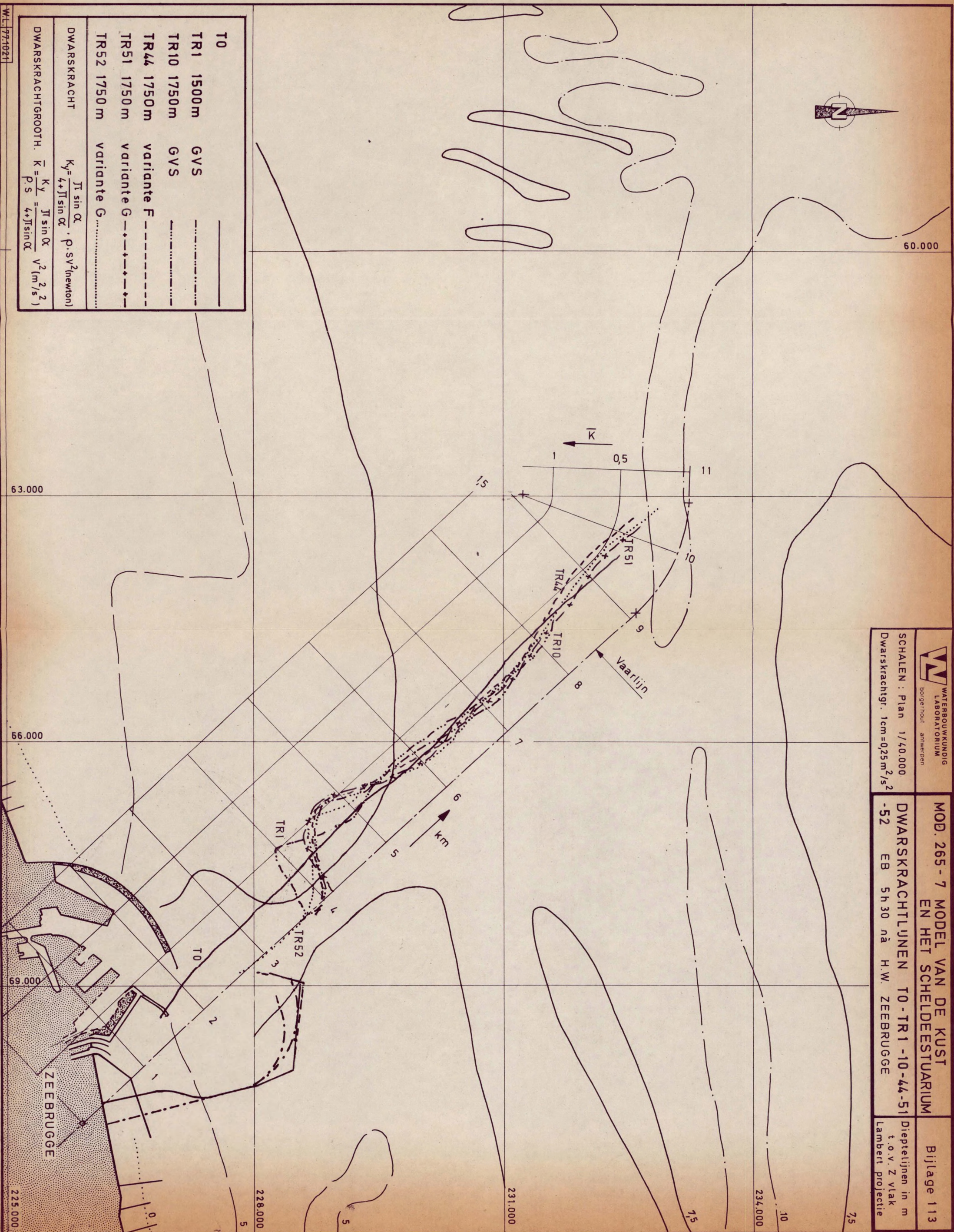
PROCENTUELE SNELHEIDSVERANDERING t.o.v. T0

voor TR1-10-44-51-52

VLOED 0h40 voor H.W. ZEEBRUGGE



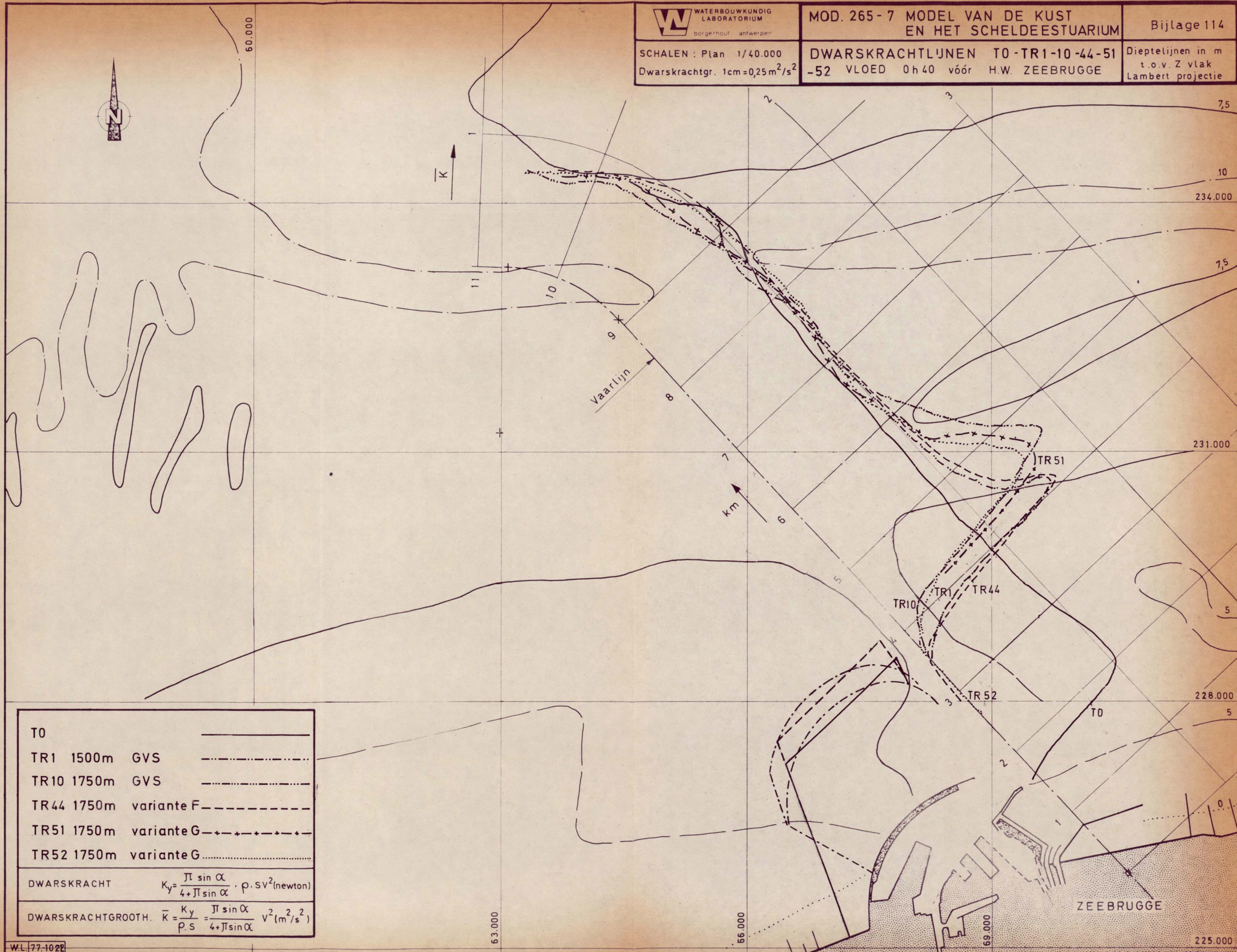
— T0	----- TR44	1750m	F
— TR1 1500m GVS	— TR51	1750m	G
- - - - - TR10 1750m GVS TR52	1750m	G



SCHALEN : Plan 1/40.000
Dwarskrachtgr. 1cm=0,25m²/s²

DWARSKRACHTLIJNEN T0-TR1-10-44-51
-52 VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

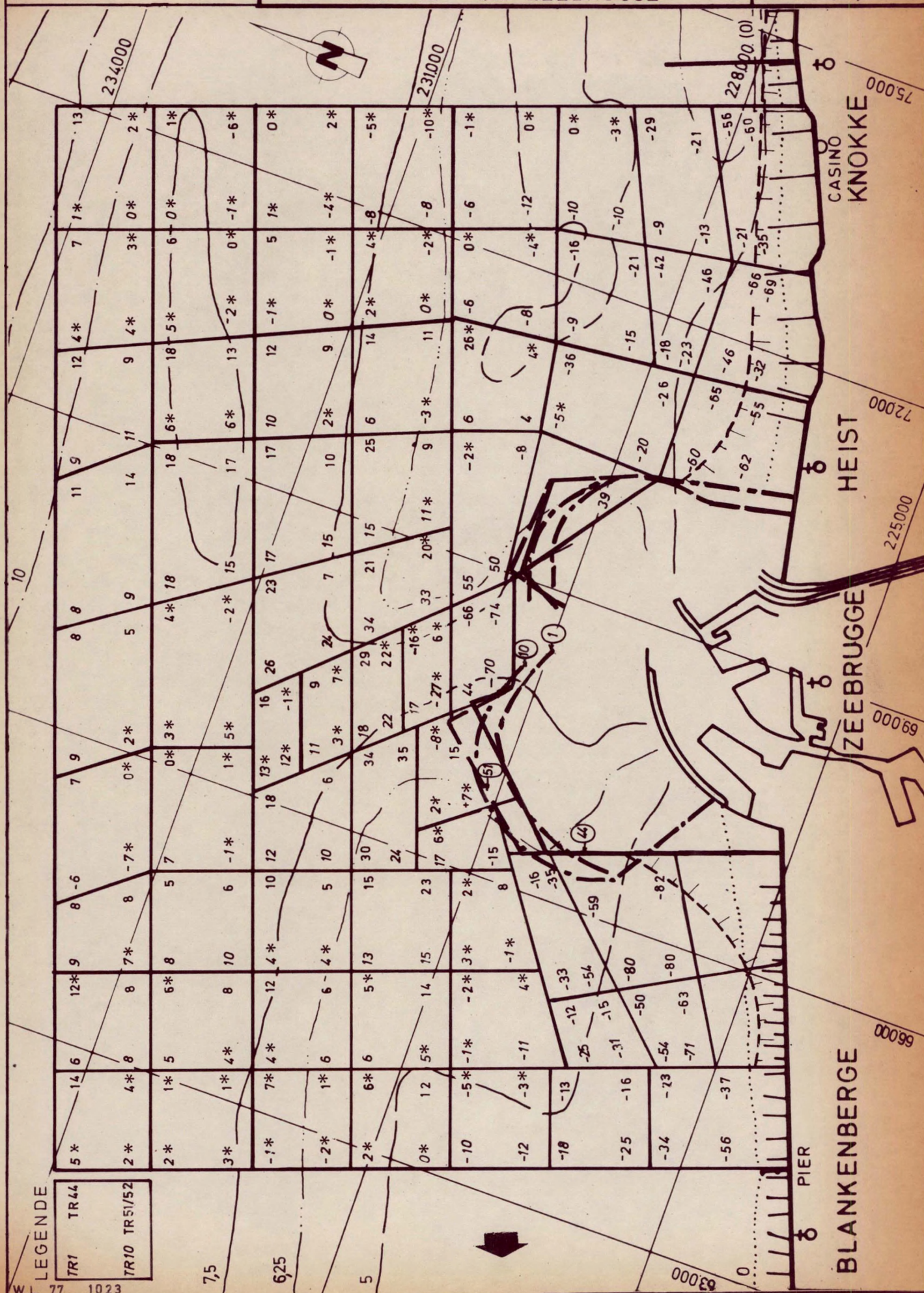
Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



T0	
TR1 1500m GVS	-----
TR10 1750m GVS	-----
TR44 1750m variante F	-----
TR51 1750m variante G	-----
TR52 1750m variante G	-----

DWARSKRACHT $K_y = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot \rho \cdot v^2$ (newton)

DWARSKRACHTGROOTH. $\bar{K} = \frac{K_y}{\rho \cdot s} = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} v^2$ (m²/s²)





WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
Bouwkundig ontwerp

MOD.265_7

MODEL VAN DE KUST EN
HET SCHELDEESTUARIUM

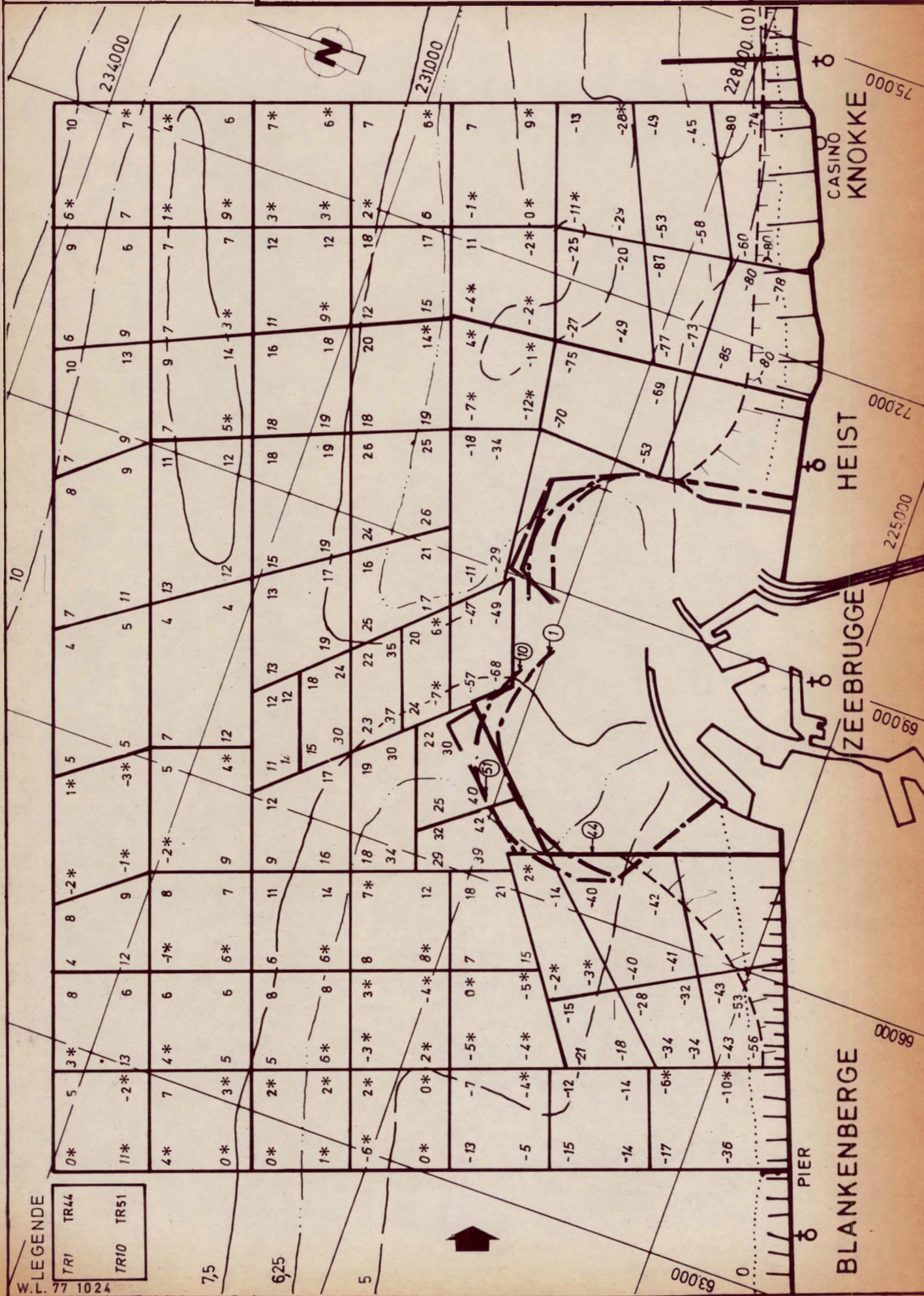
Bijlage 116

SCHAAL 1/50000

SNELHEIDSVERANDERING in% t.o.v. To
voor TR1 - 10 - 44 - 51

VLOED 0h40 voor H.W. ZEEBRUGGE

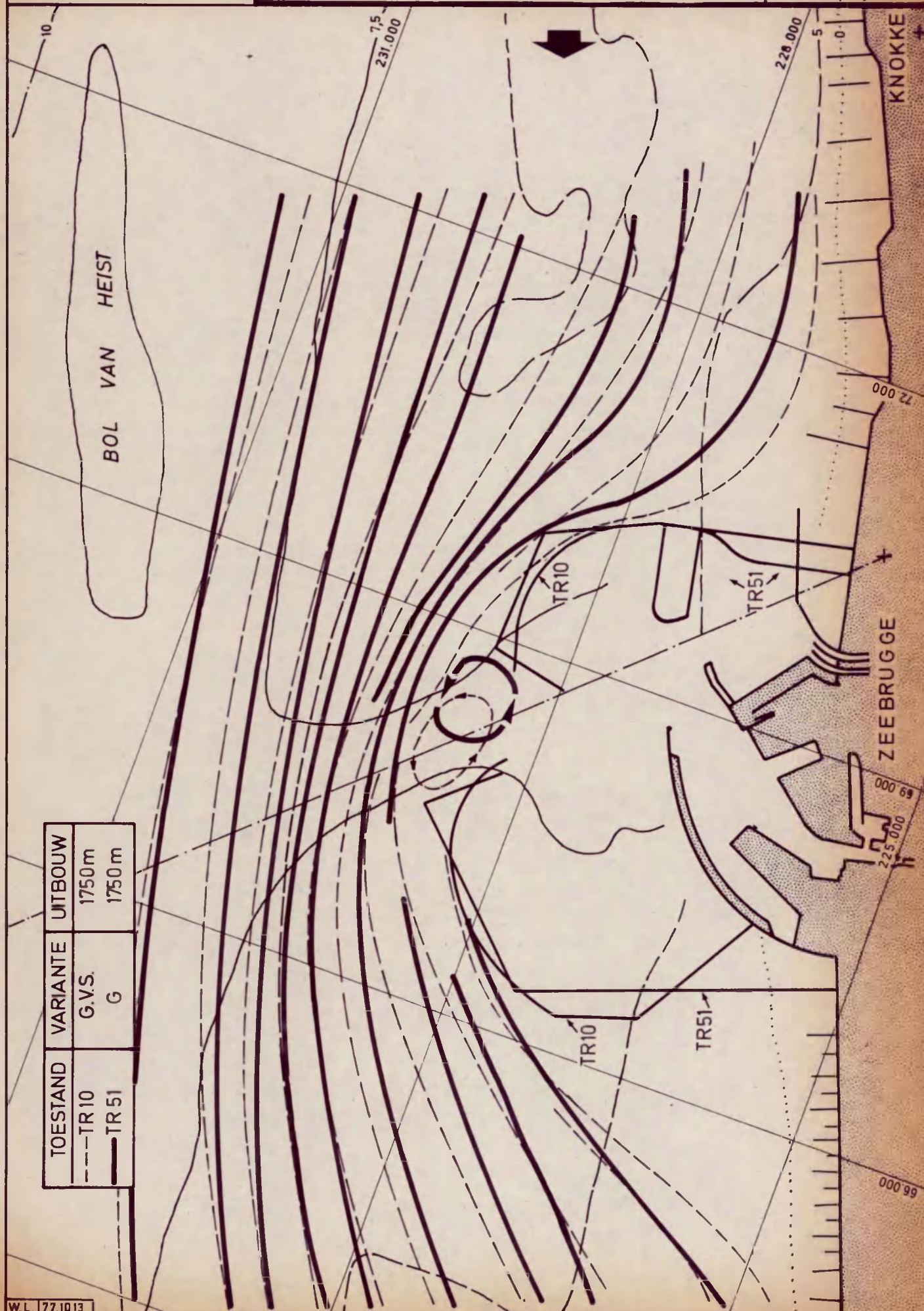
Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



SCHALEN : Plan 1/40.000

STROOMBANEN DER OPPERVLAKTEDRIJVERS
VERGELIJKING TRI0-51
EB 5h30 NA H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie





WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

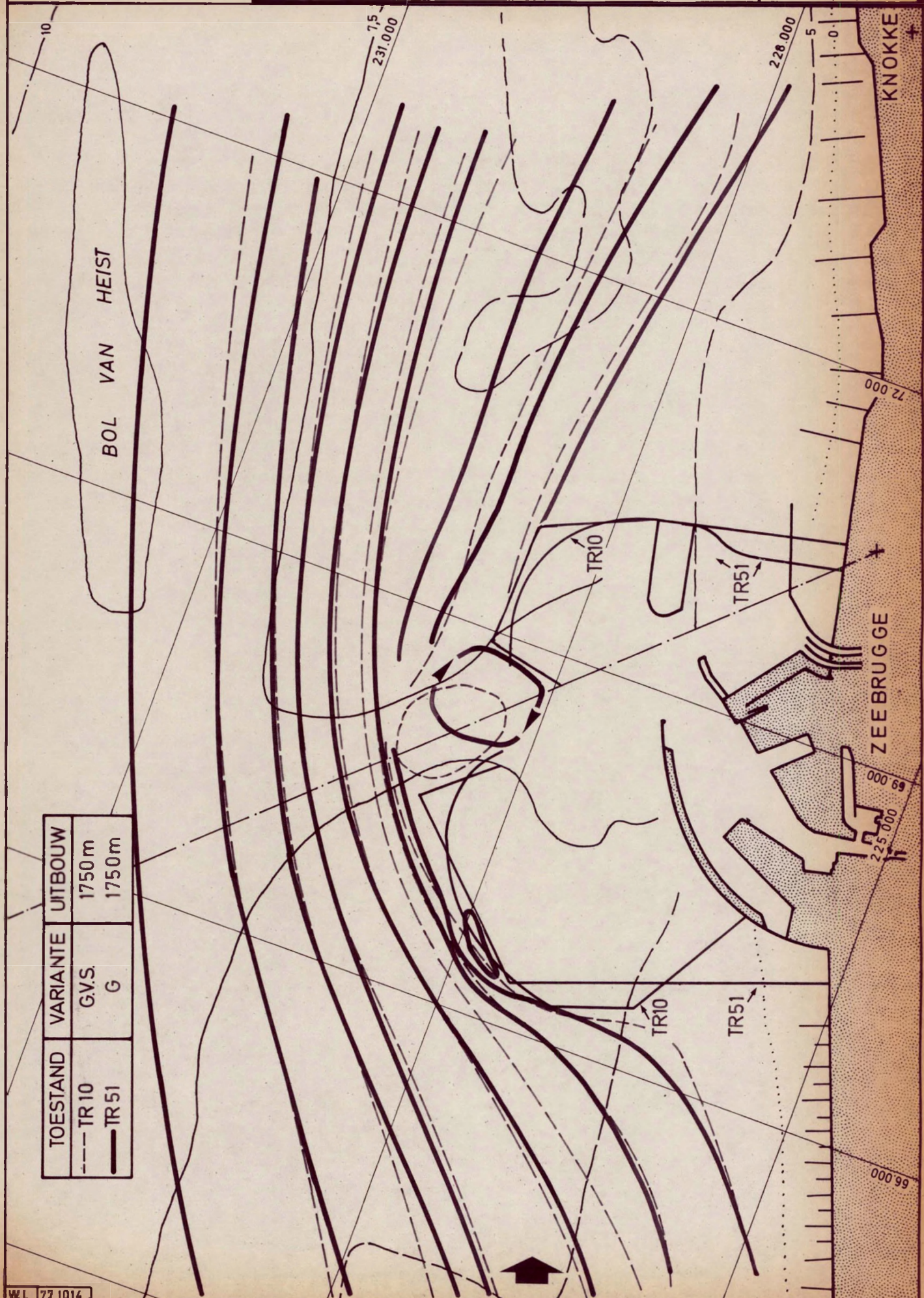
MOD. 265_7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 118

SCHALEN : Plan 1/40.000

STROOMBANEN DER OPPERVLAKTEDRIJVERS
VERGELIJKING TR10 - 51
VLOED 0h40 NA H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie





WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

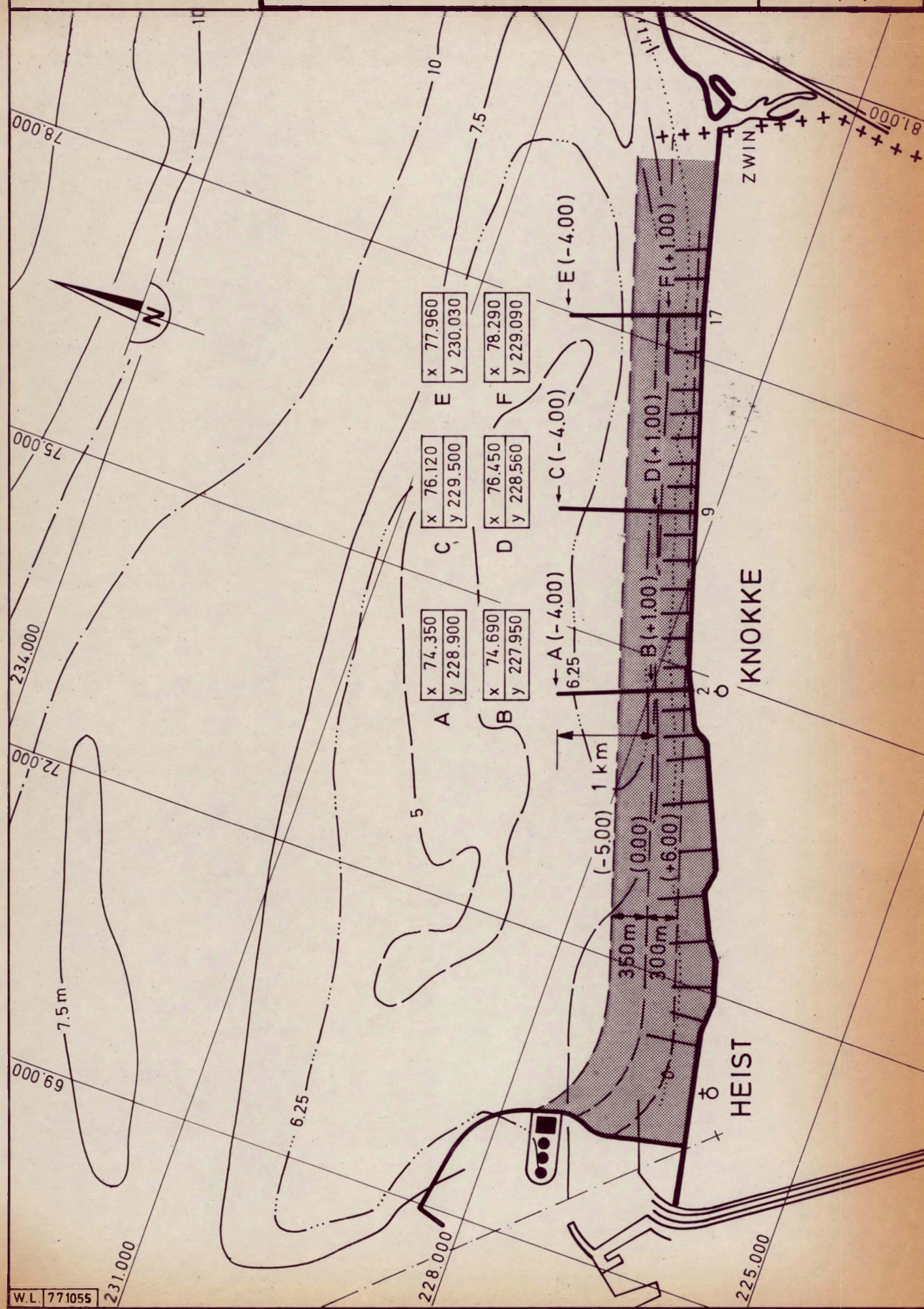
MOD.265.7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 119

SCHAAL : 1 / 50.000

STUDIE OOSTKUST
LIGGINGSPLAN KRIBBEN EN SUPPLETIE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



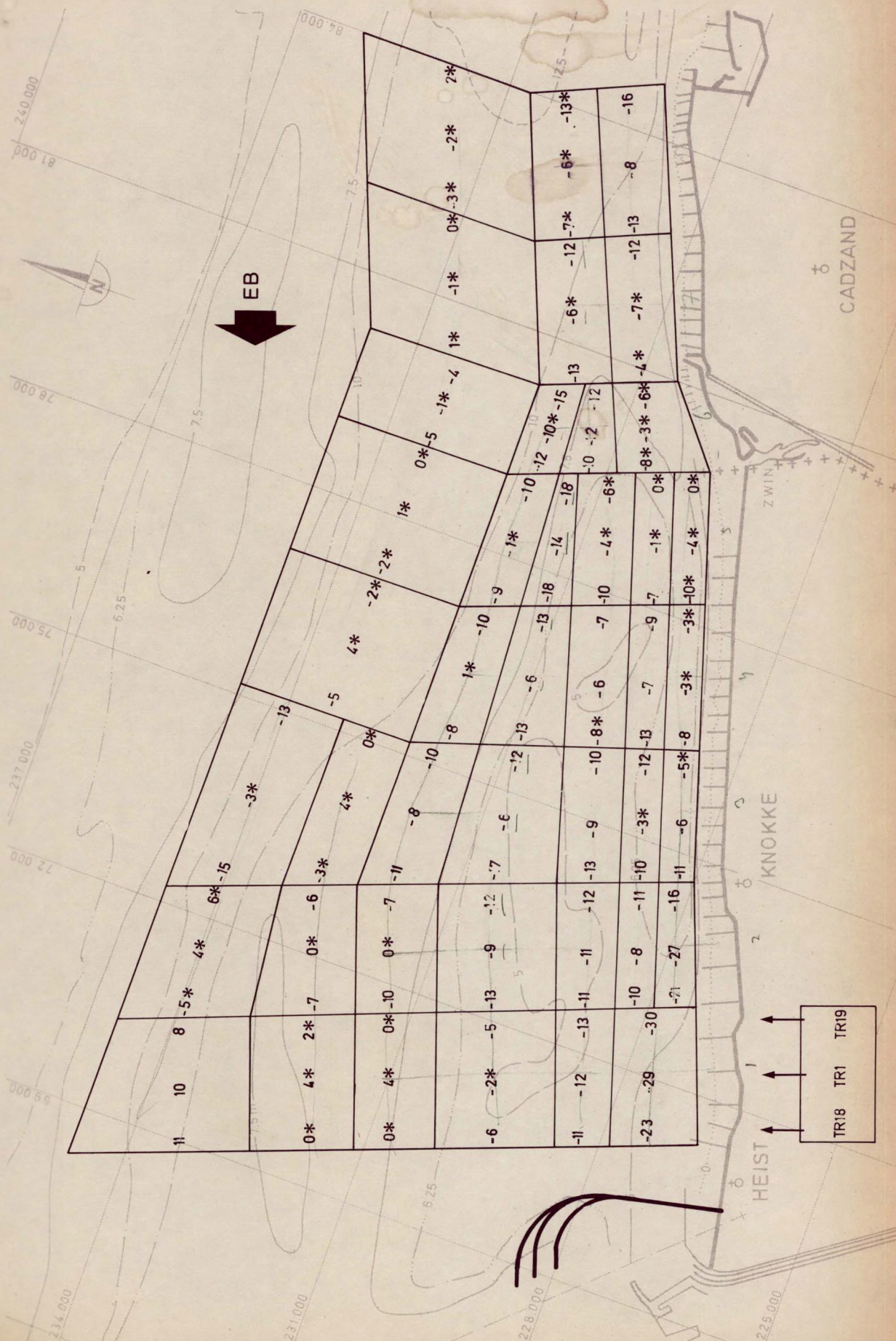


SCHAAL :

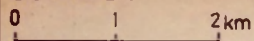
0 1 2km

STUDIE OOSTKUST TR18-1-19
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

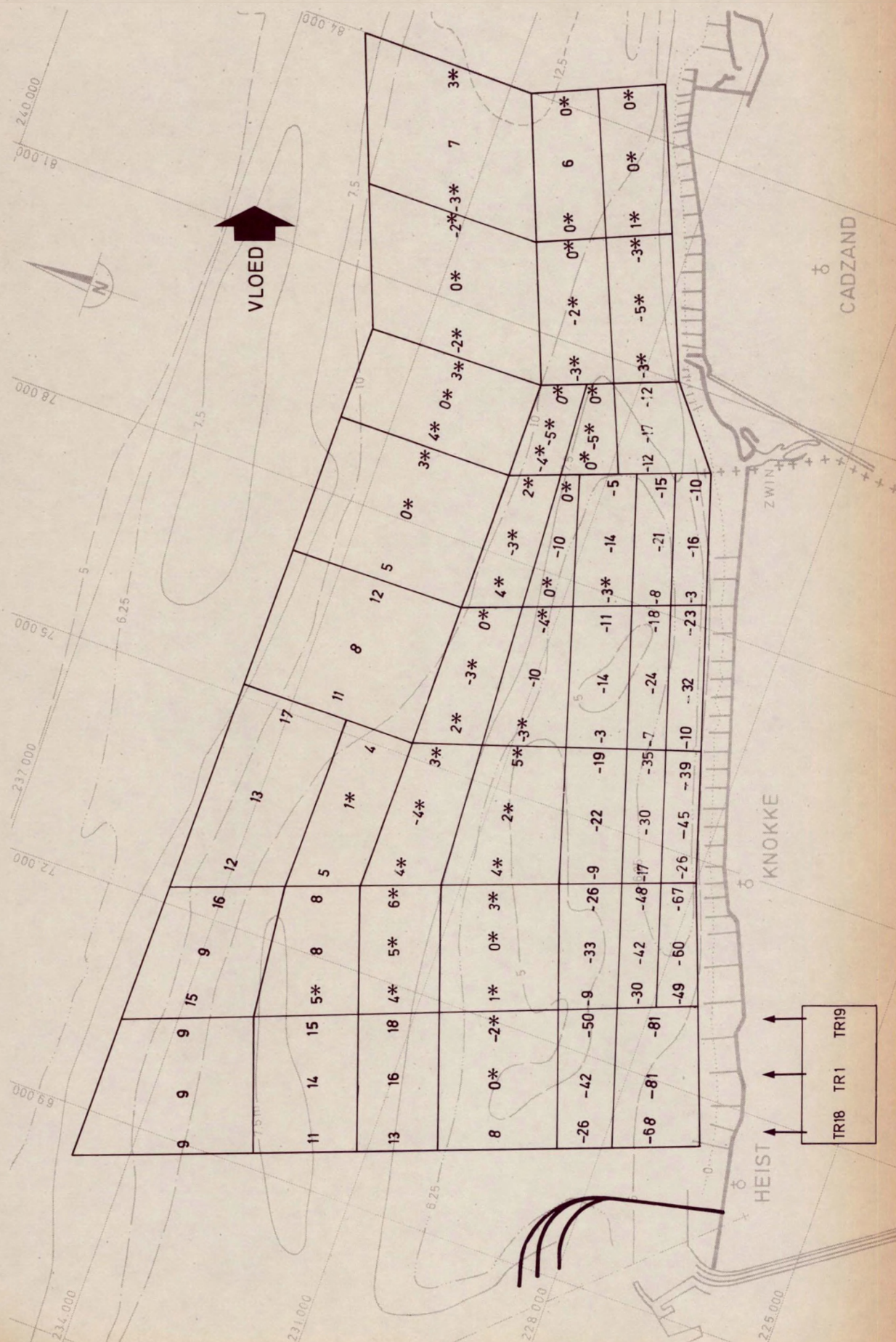


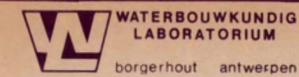
SCHAAL :



STUDIE OOSTKUST TR18-1-19
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie





Schaal: 1/40.000
Dieptelijnen in m tov. Z-vlak
Lambert projectie

MOD. 265- MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 122

STUDIE OOSTKUST - SNELHEIDSVERLOOP
T0 en TR1, TR18, TR19

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE

SNELHEIDSSCHAAL 1 cm = 40 cm/s natuur

R A A N

T0

TR1 (1500m)

TR18 (1250m)

TR19 (1750m)





W WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

MOD. 265- MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

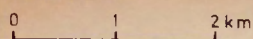
STUDIE OOSTKUST - SNELHEIDSVERLOOP
T0 en TR1, TR18, TR19

VLOED 0h40 vóór HW, ZEEBRUGGE

SNELHEIDSSCHAAL 1cm = 40 cm/s natuur

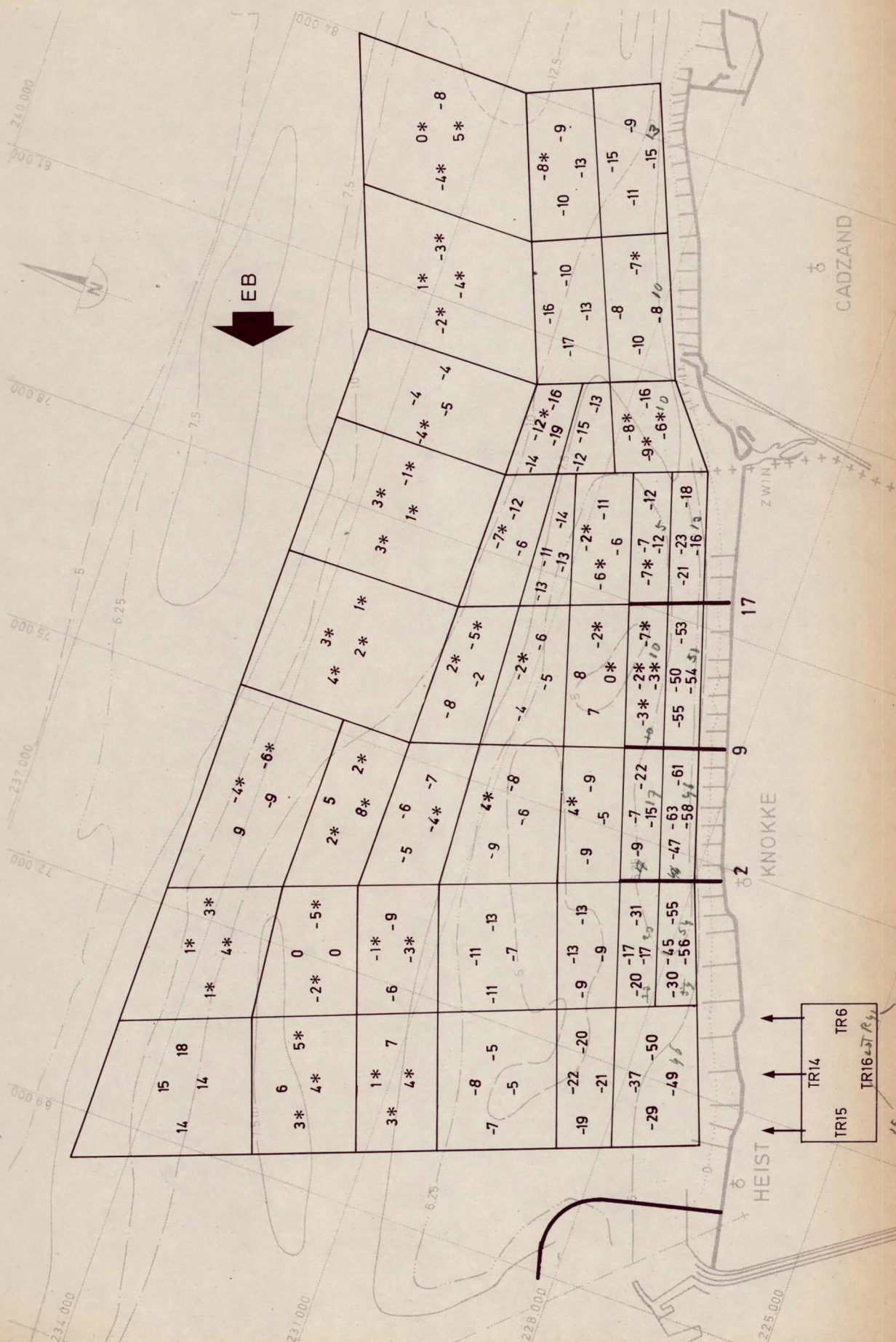
T0
TR 1 (1500m)
TR 18 (1250m)
TR 19 (1750m)

SCHAAL :

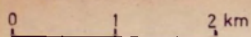


STUDIE OOSTKUST TR14-15-16-6
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

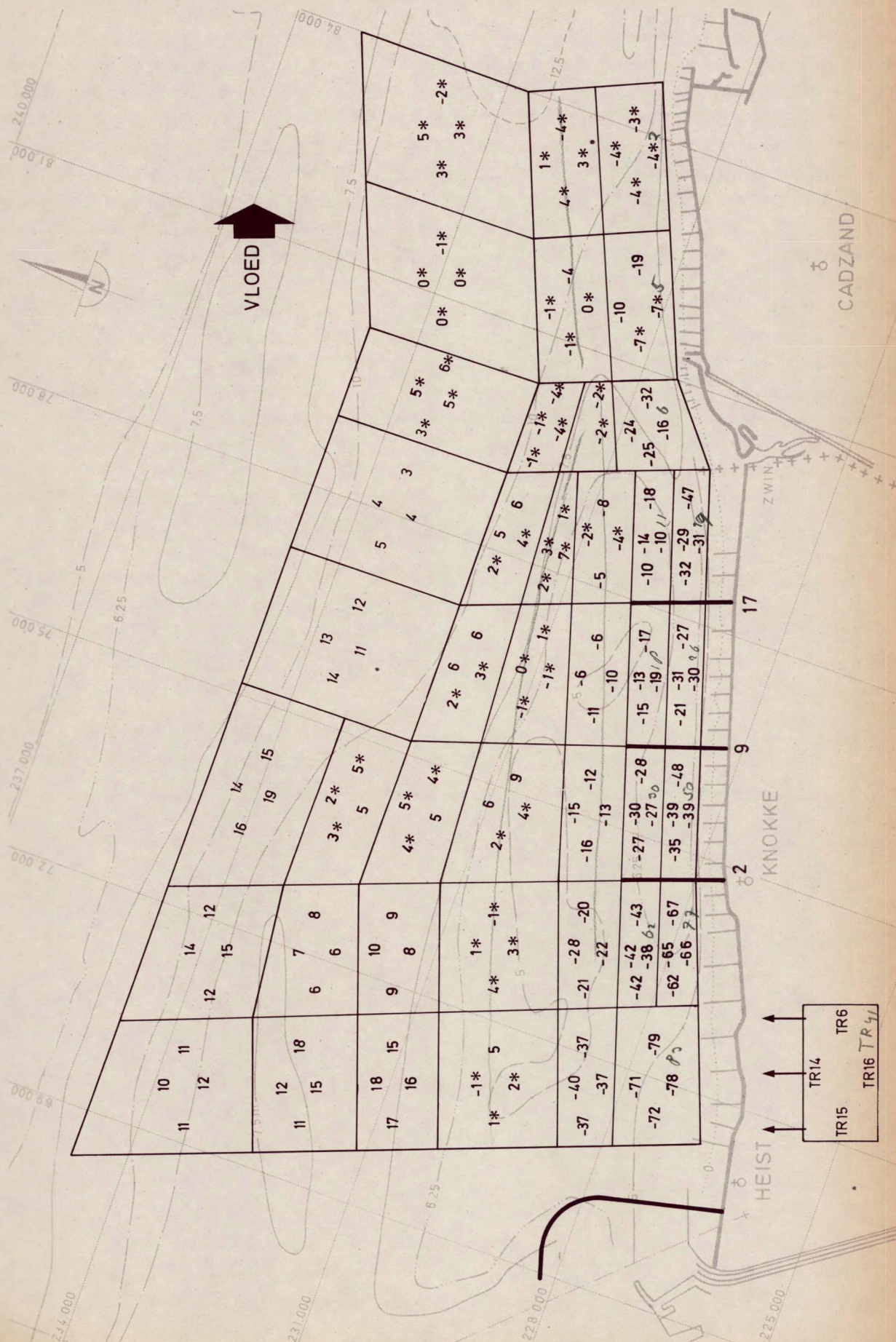


SCHAAL :

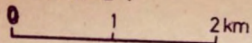


STUDIE OOSTKUST TR 14-15-16-6
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

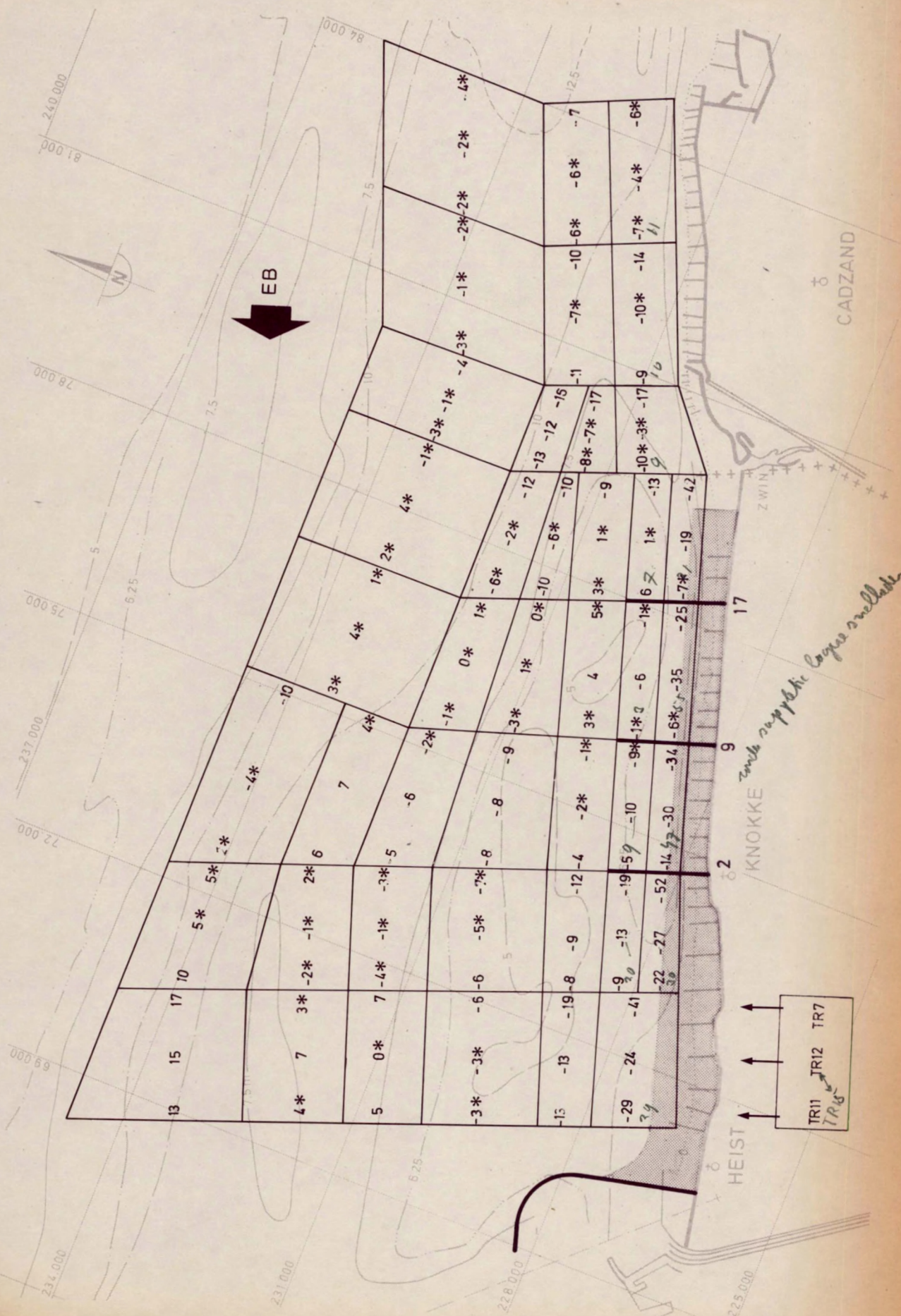


SCHAAL :

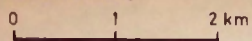


STUDIE OOSTKUST TR11 - 12 - 7
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

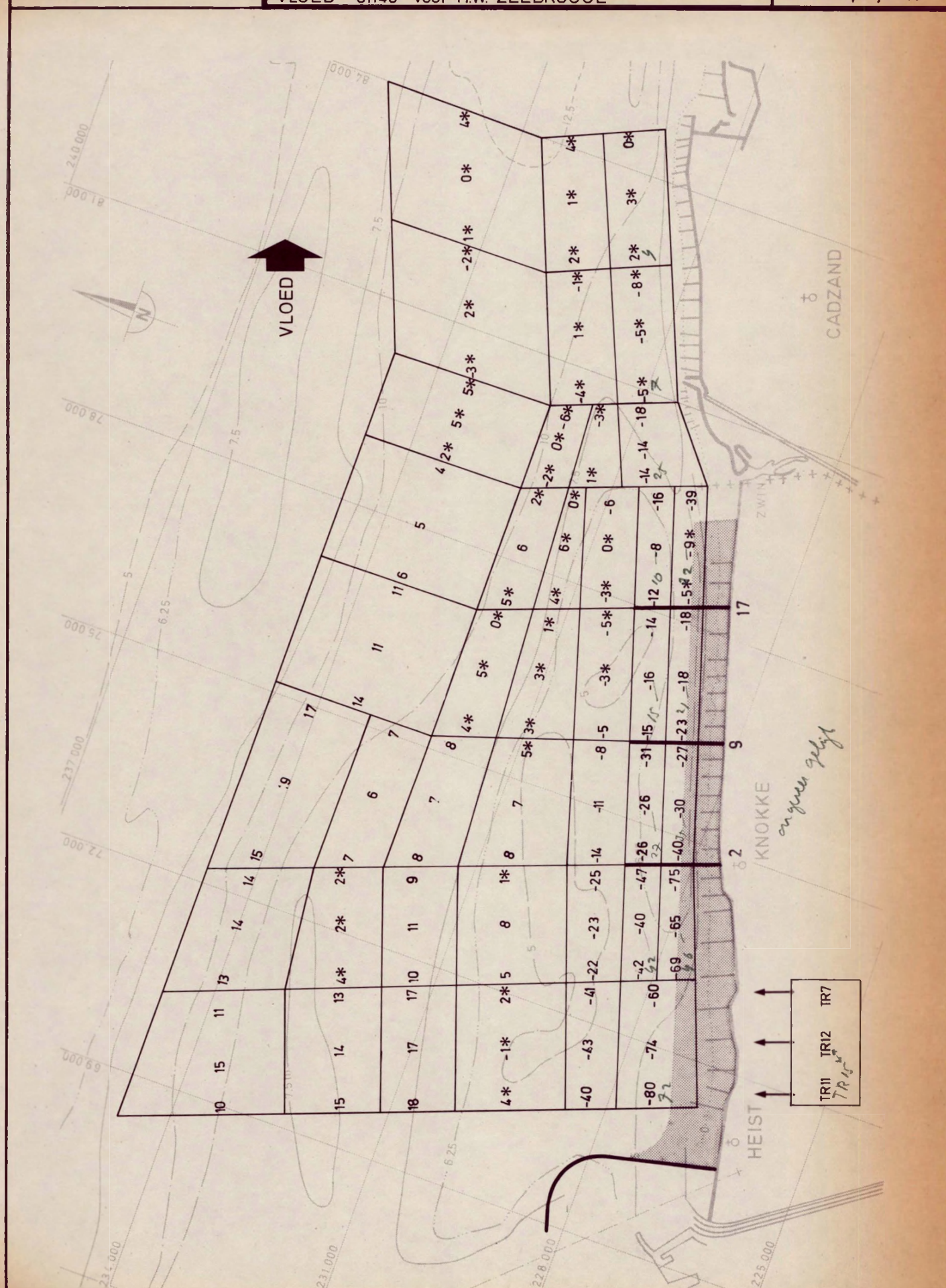


SCHAAL :

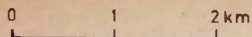


STUDIE OOSTKUST TR11-12-7
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

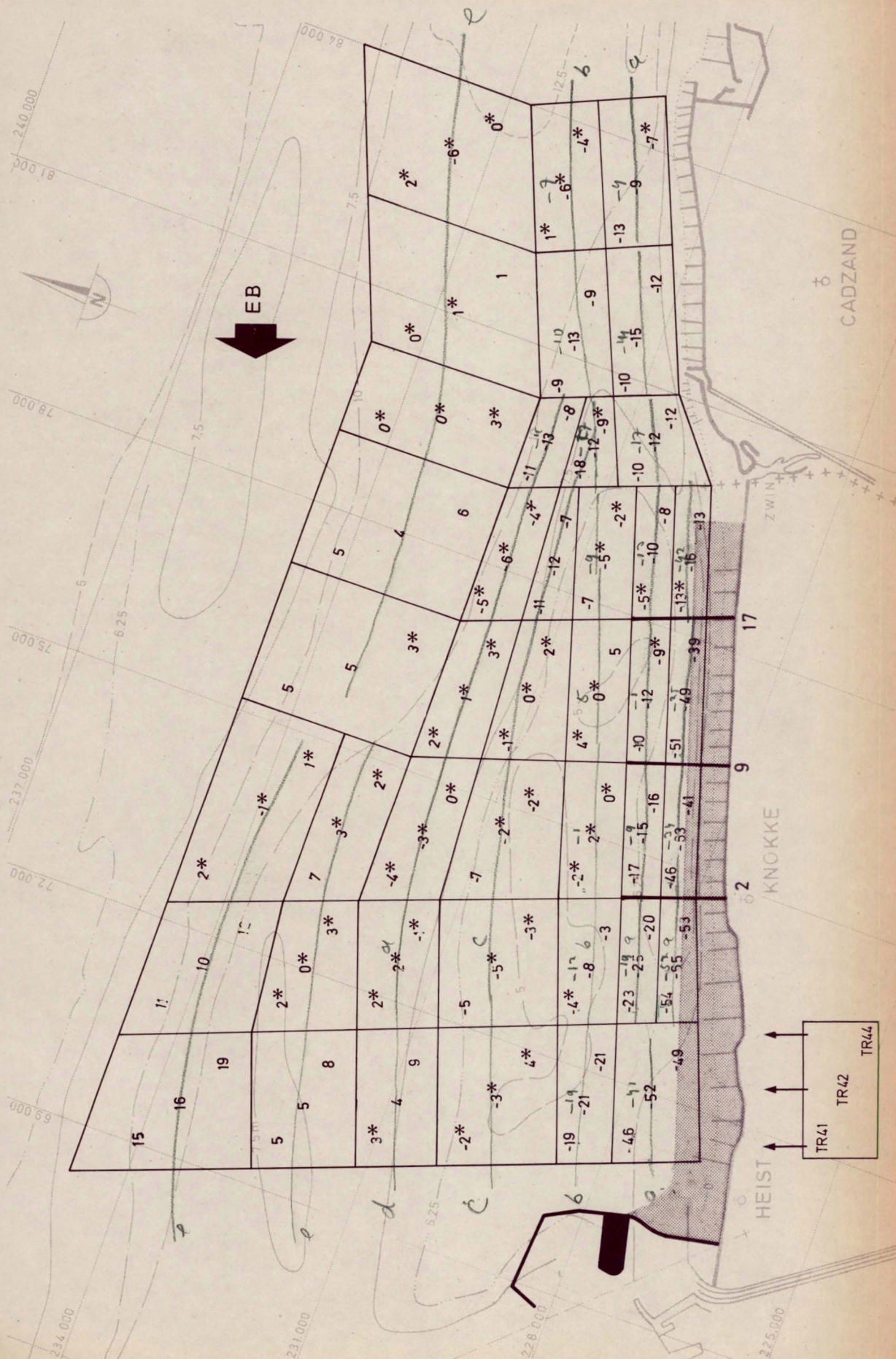


SCHAAL :



STUDIE OOSTKUST TR41-42-44.
SNELHEIDSV ERANDERING in % t.o.v. T0
EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



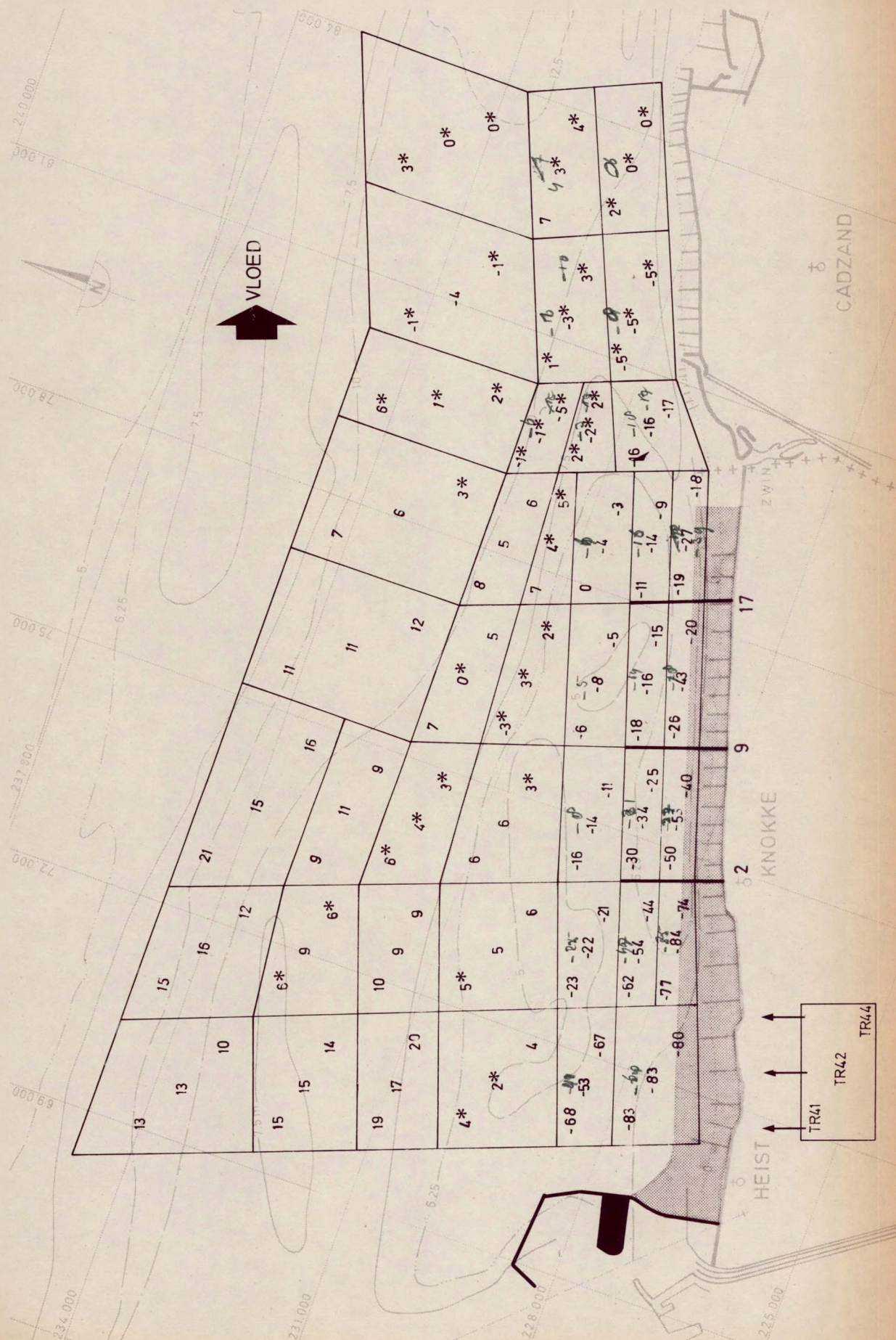


SCHAAL :

0 1 2km

STUDIE OOSTKUST TR41-42-44
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
VLOED 0h40 voor H.W. ZEEBRUGGE

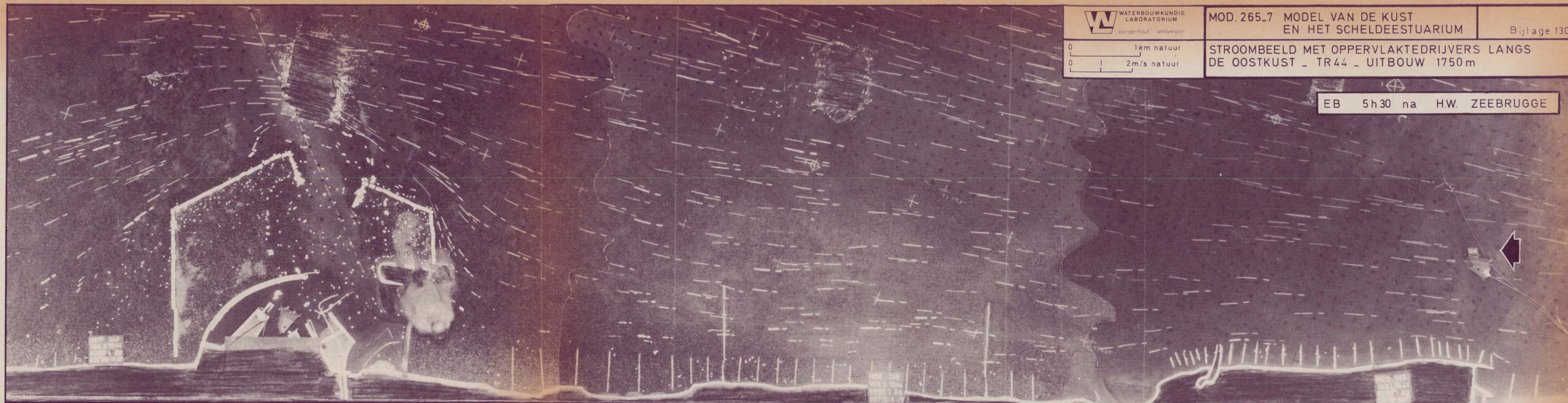
Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie



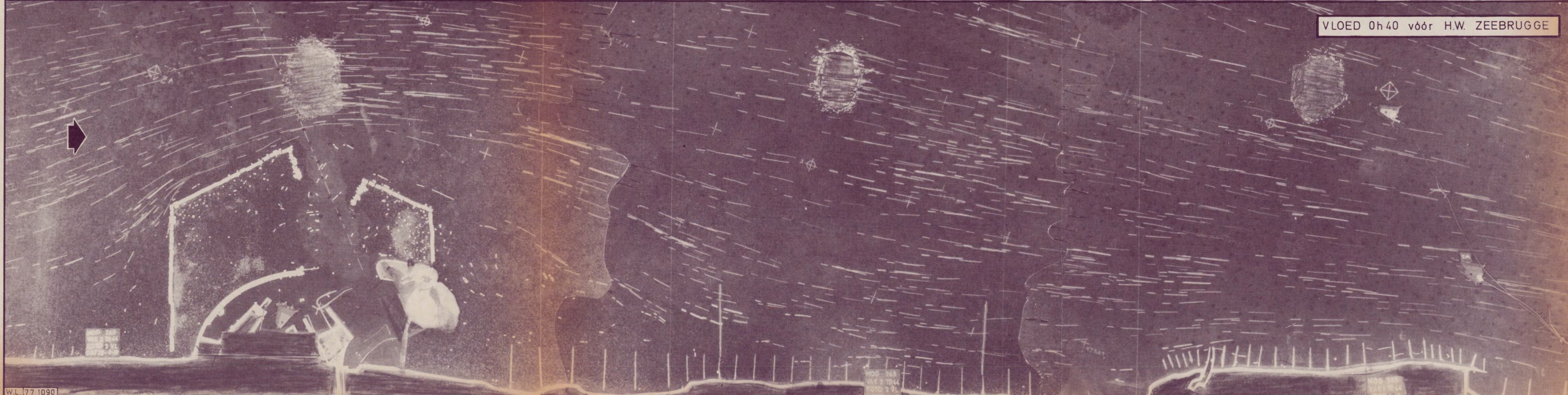
0 1 km natuur
0 1 2 m/s natuur

STROOMBEELD MET OPPERVLAKTEDRIJVERS LANGS
DE OOSTKUST - TR44 - UITBOUW 1750 m

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE

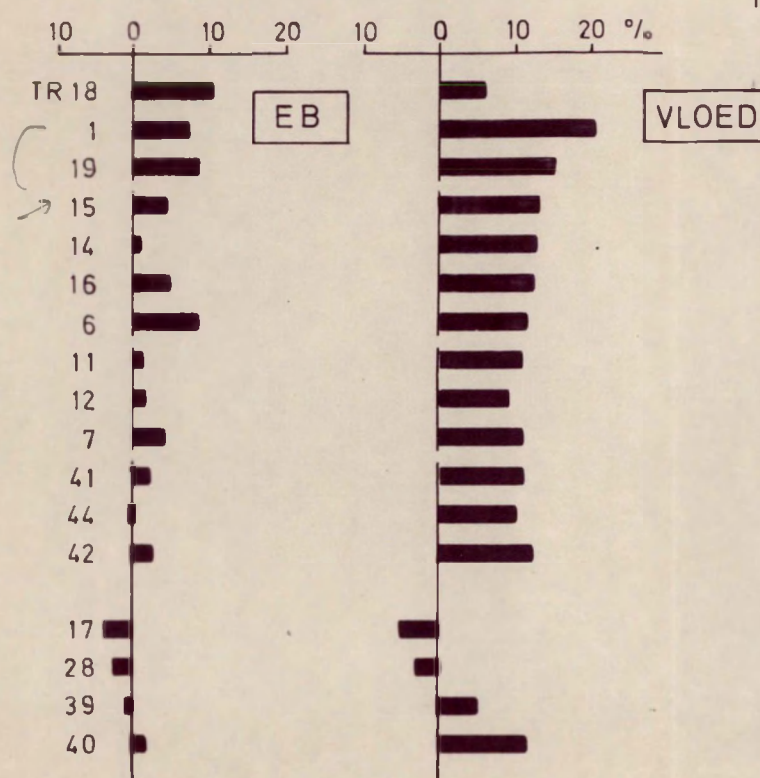


VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



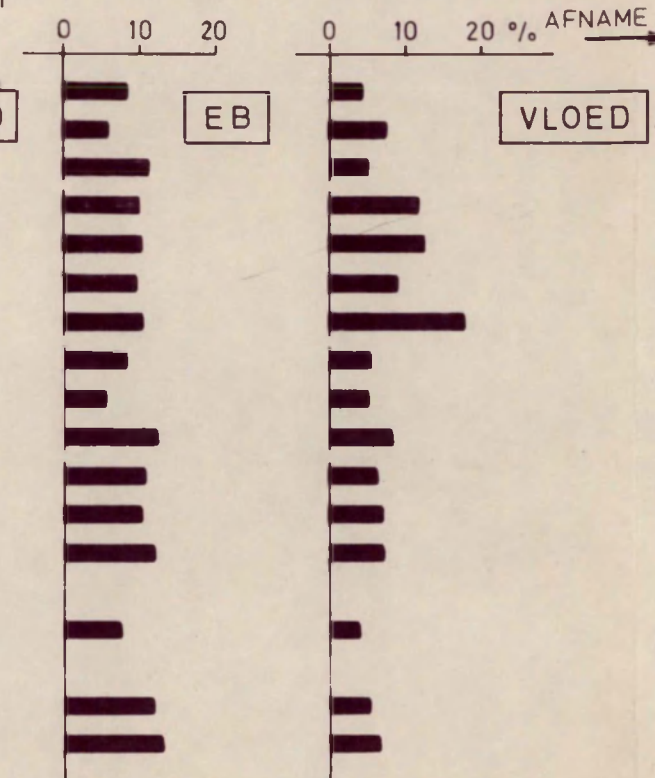
ZONE C

SNELHEIDSVERMINDERING 0-800m BUITEN
LANGE LAGE KRIBBEN



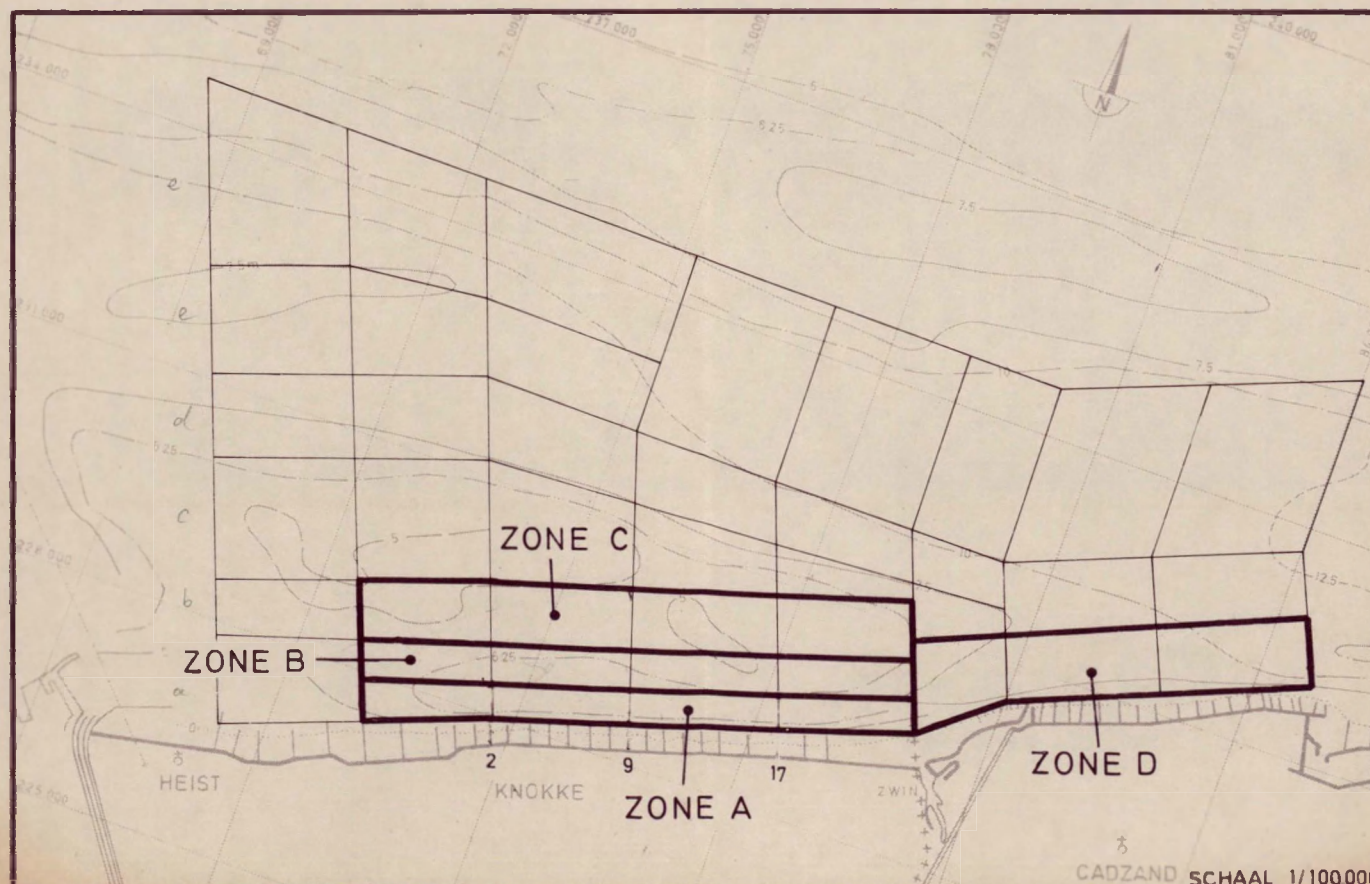
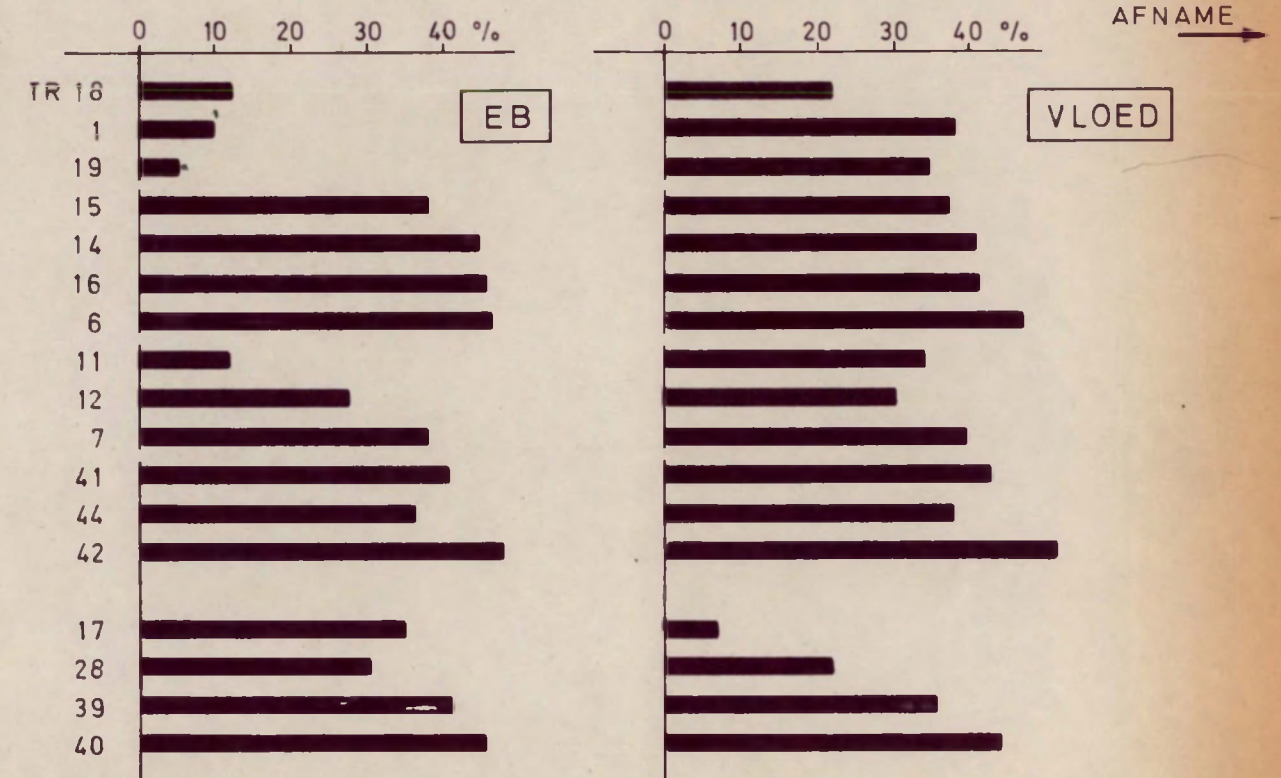
ZONE D

SNELHEIDSVERMINDERING
VOOR NEDERLANDSE KUST



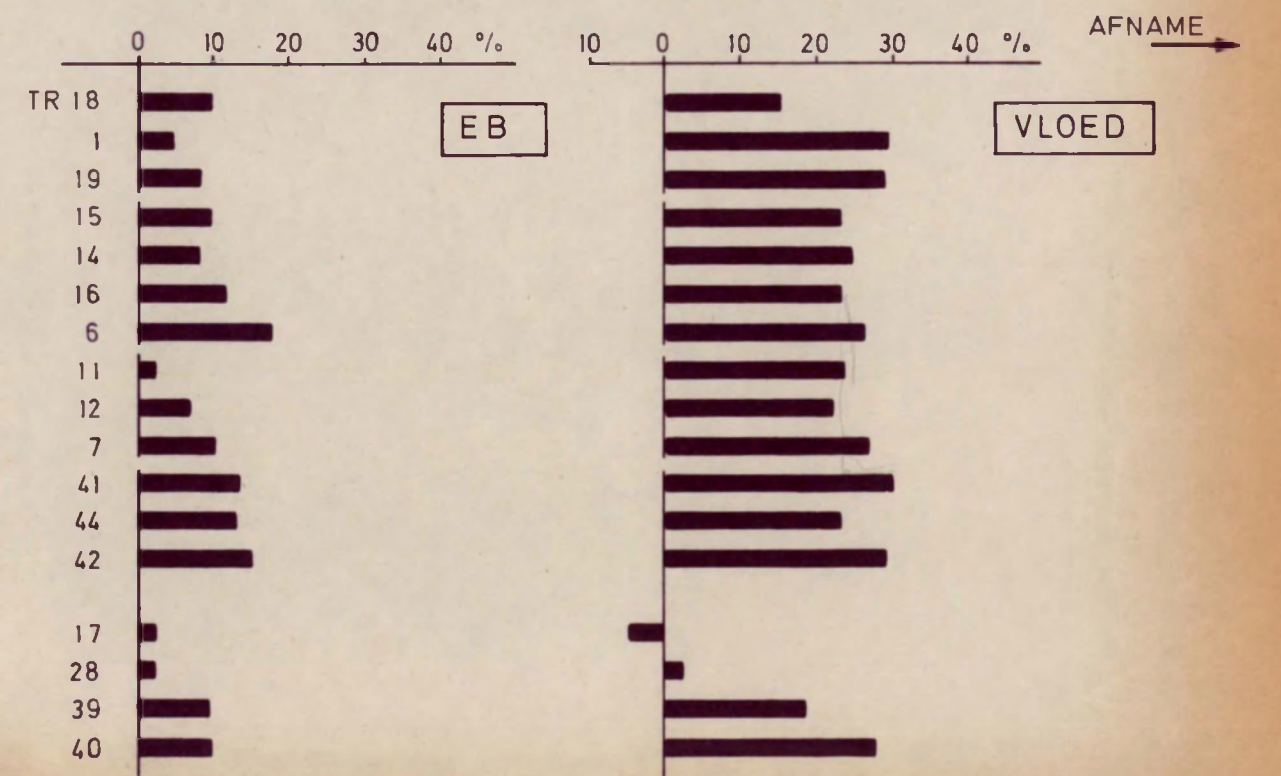
ZONE A

SNELHEIDSVERMINDERING TUSSEN 0-500m UIT STRANDKRIBBEN
(DUINBERGEN - ZWIN)



ZONE B

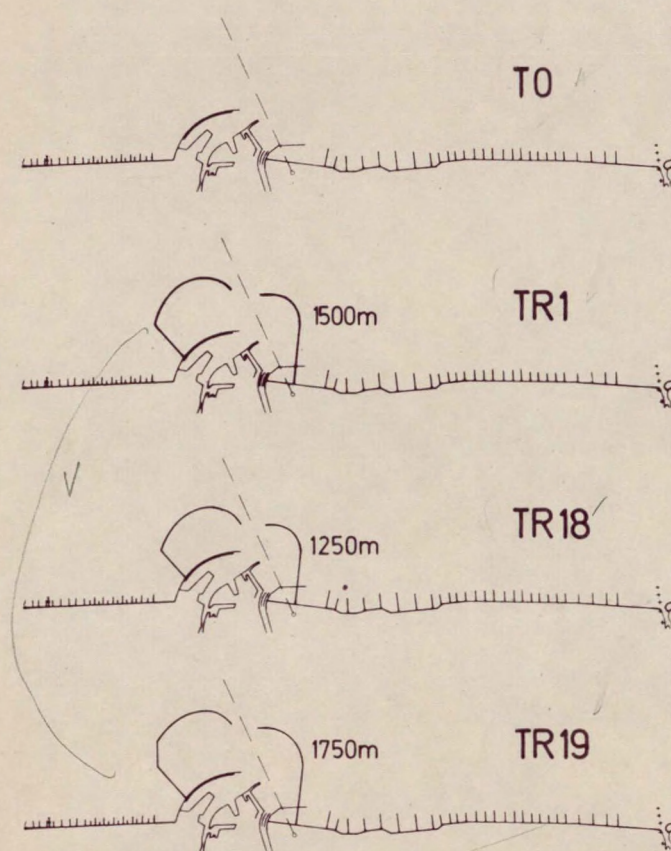
SNELHEIDSVERMINDERING TUSSEN 500-1000m UIT STRANDKRIBBEN



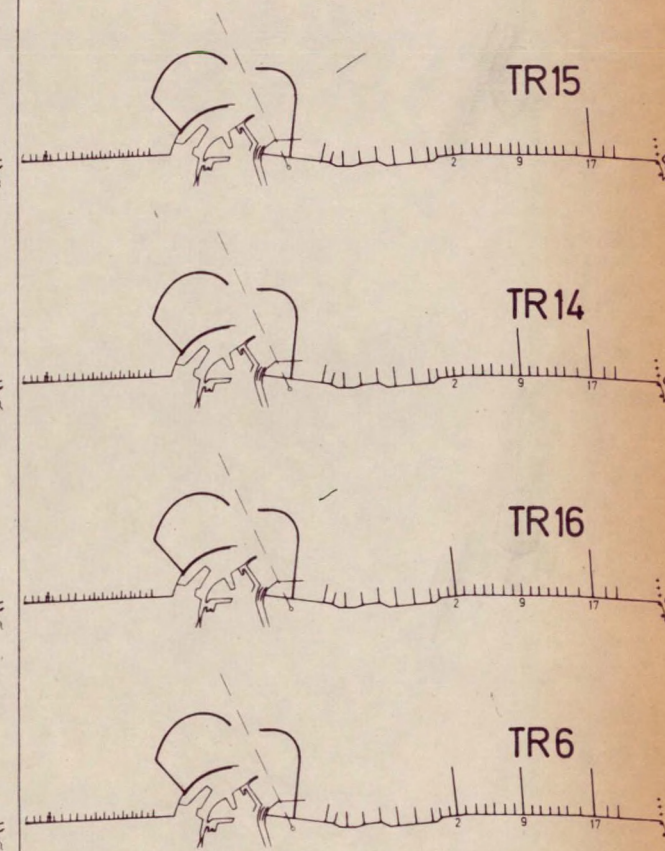
SCHAAL : 1/200.000

SCHEMATISCH OVERZICHT TOESTANDEN OOSTKUSTSTUDIE

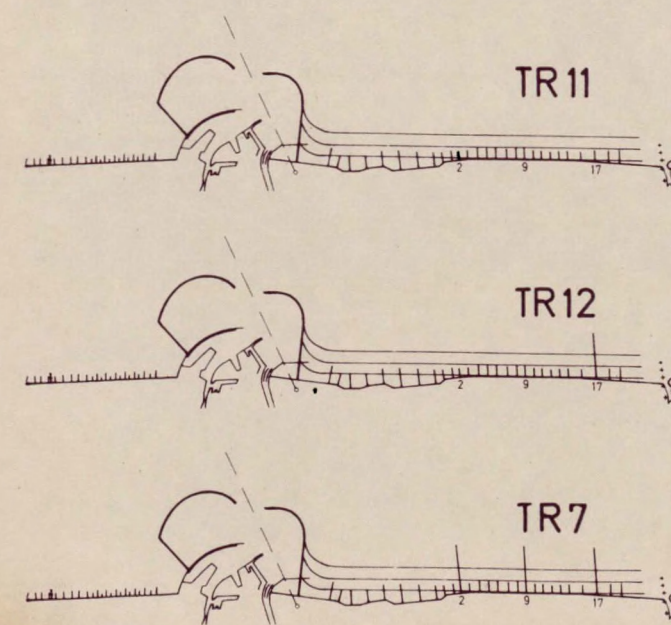
OOSTKUST ZONDER VERDEDIGINGSWERKEN
INVLOED UITBOUW



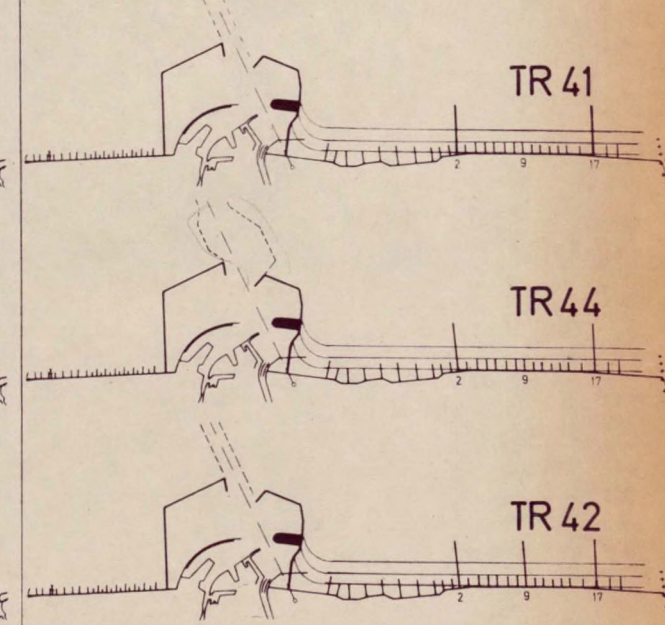
KUSTVERDEDIGING MET BEHULP VAN
LAGE KRIBBEN BIJ UITBOUW 1500m



KUSTVERDEDIGING SUPPLETIE EN KRIBBEN
UITBOUW 1500 m



KUSTVERDEDIGING BIJ UITBOUW 1750m
(vormvariante F)

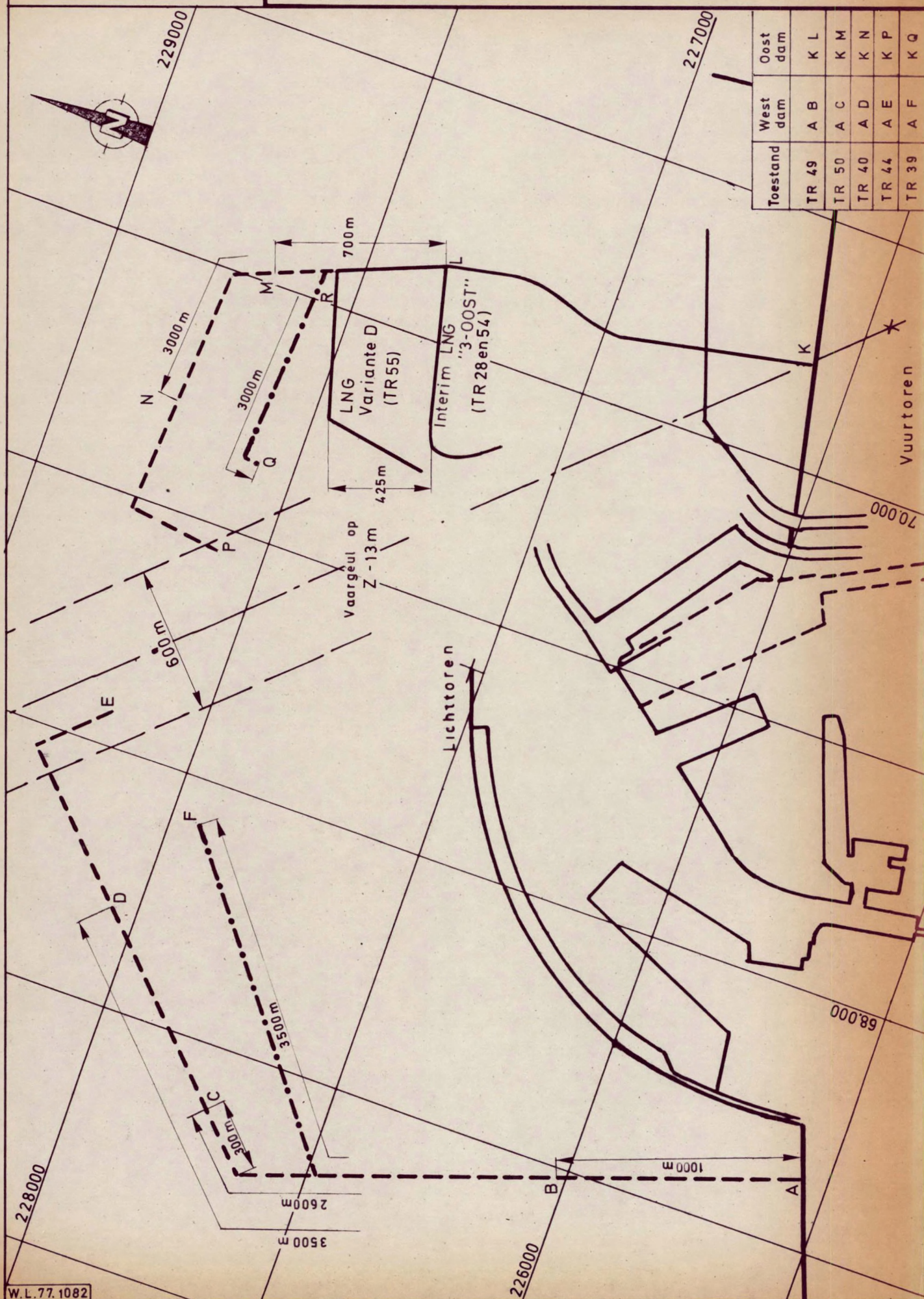


SCHAAL: 1/20.000

Lambert projectie

BOUWFASEN :

LIGGINGSPLAN DER HAVENDAMMEN



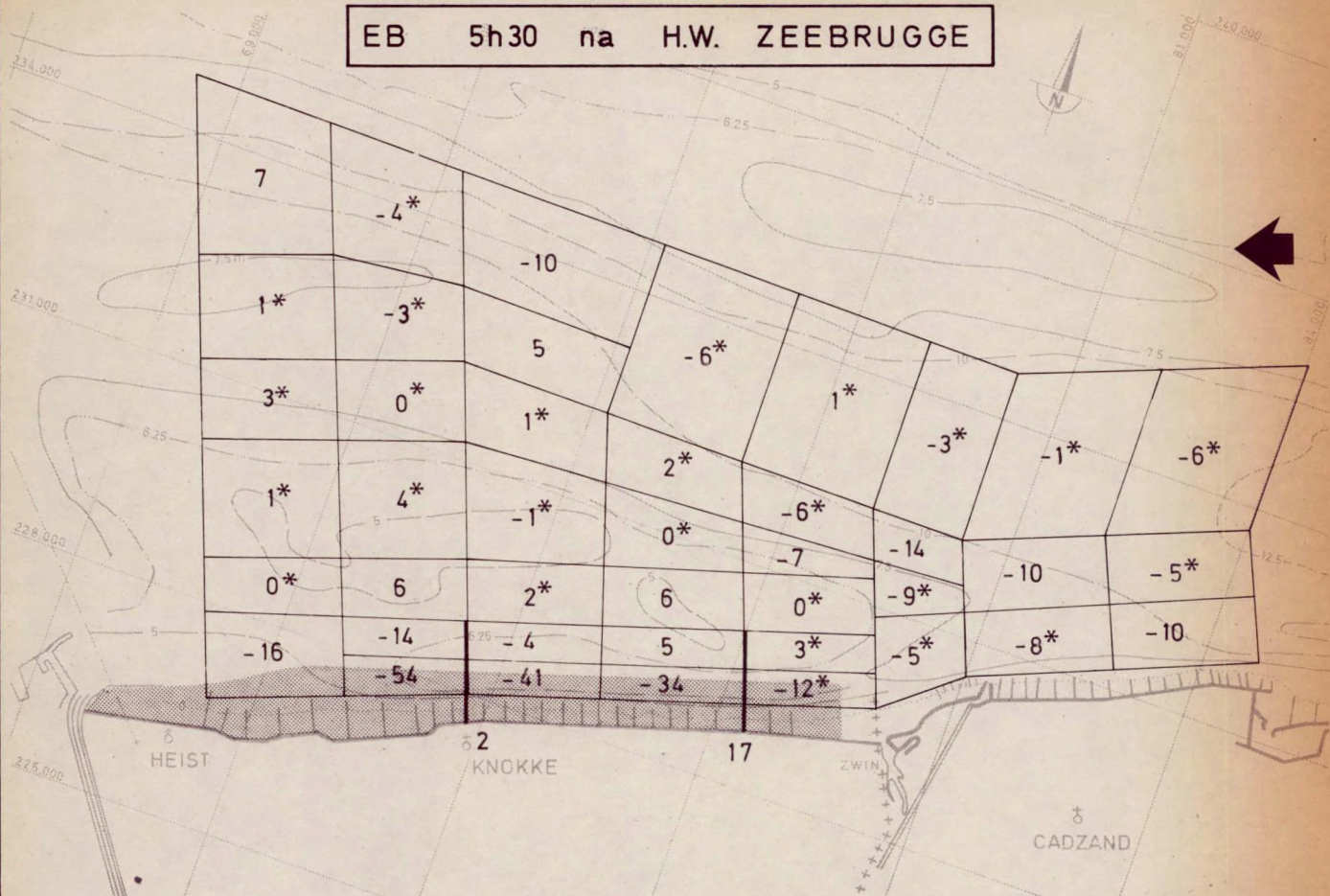


SCHAAL : 1 / 100.000

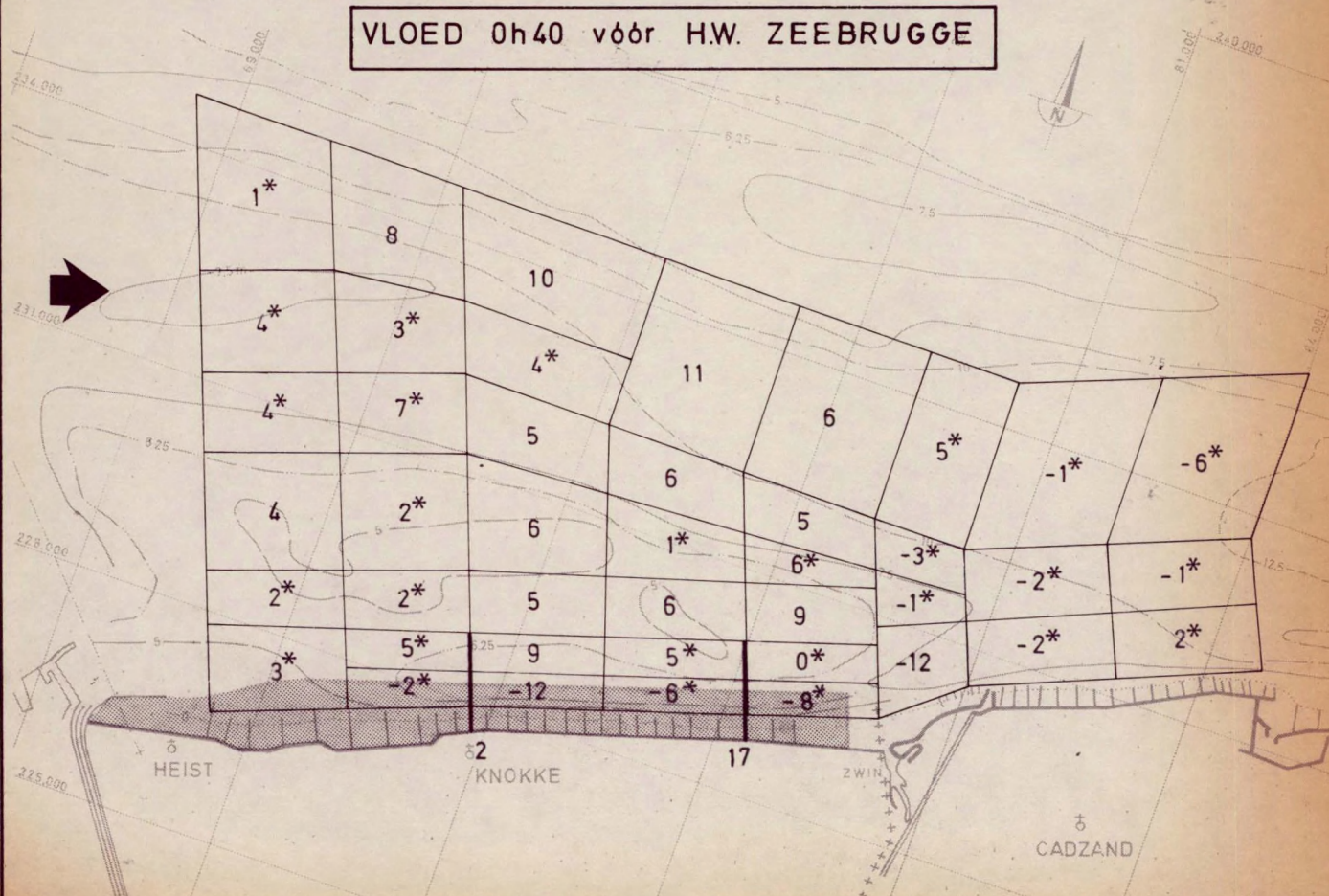
STUDIE OOSTKUST TR 17
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



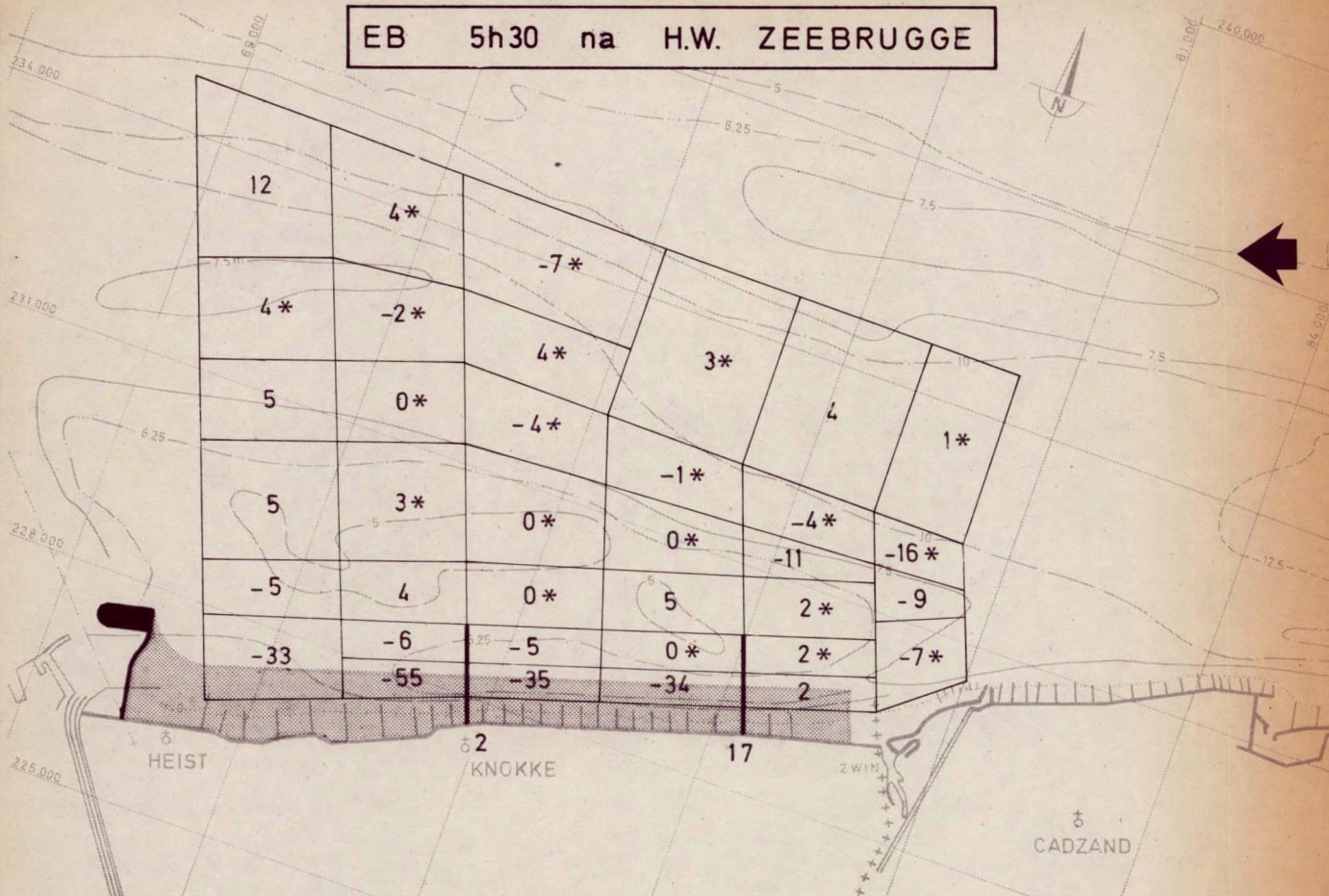


SCHAAL : 1 / 100.000

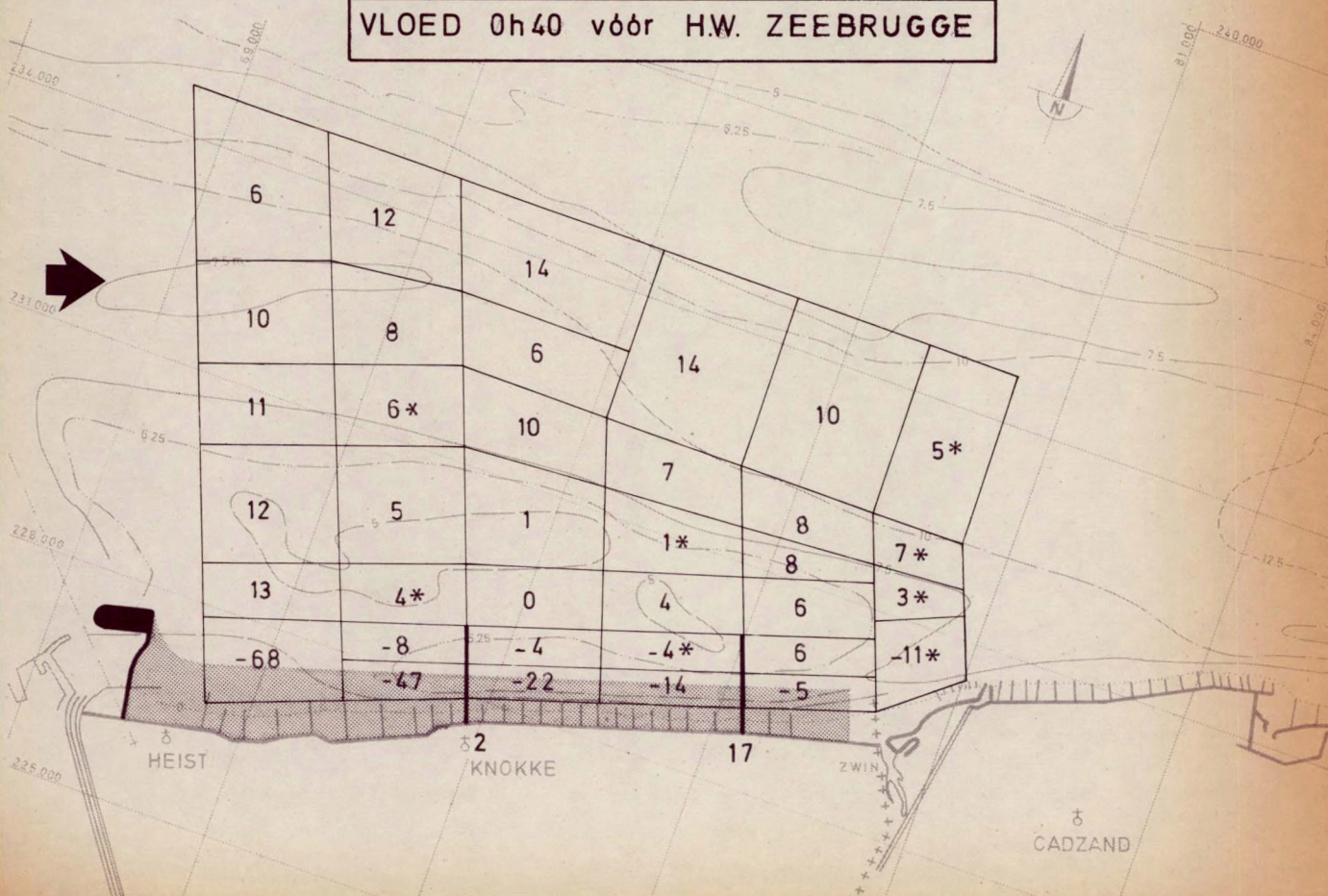
STUDIE OOSTKUST TR 28
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



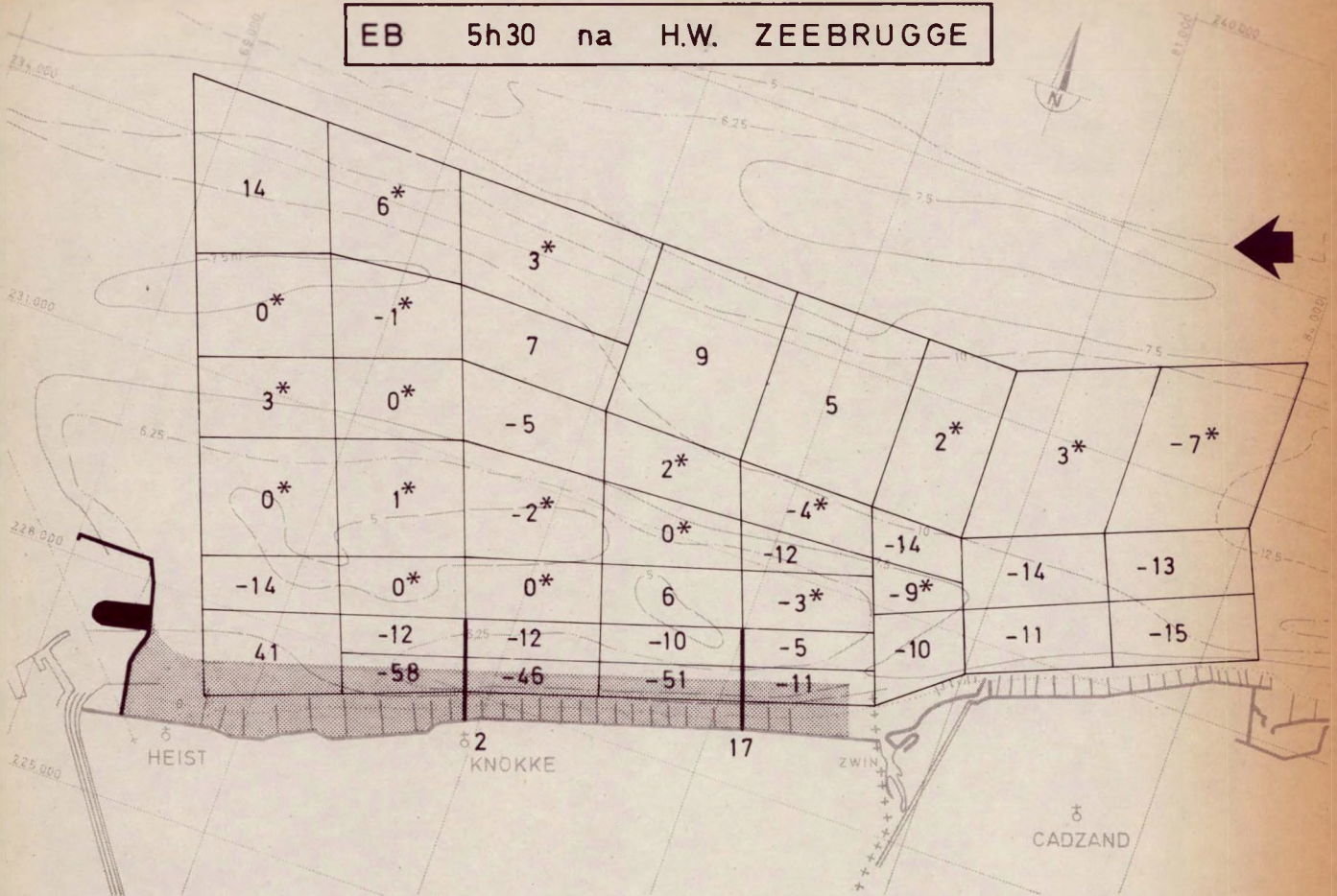


SCHAAL : 1 / 100.000

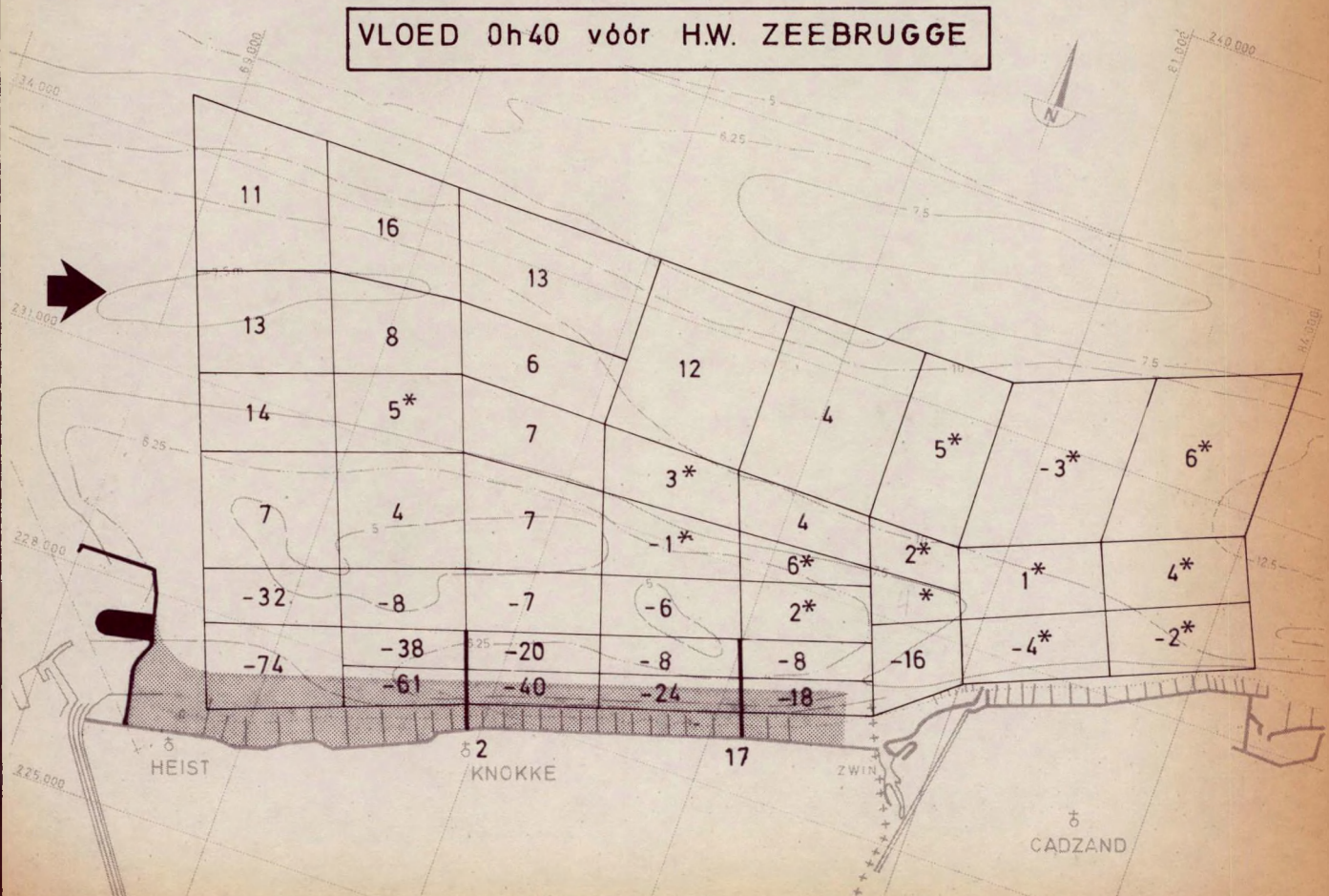
STUDIE OOSTKUST TR 39
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



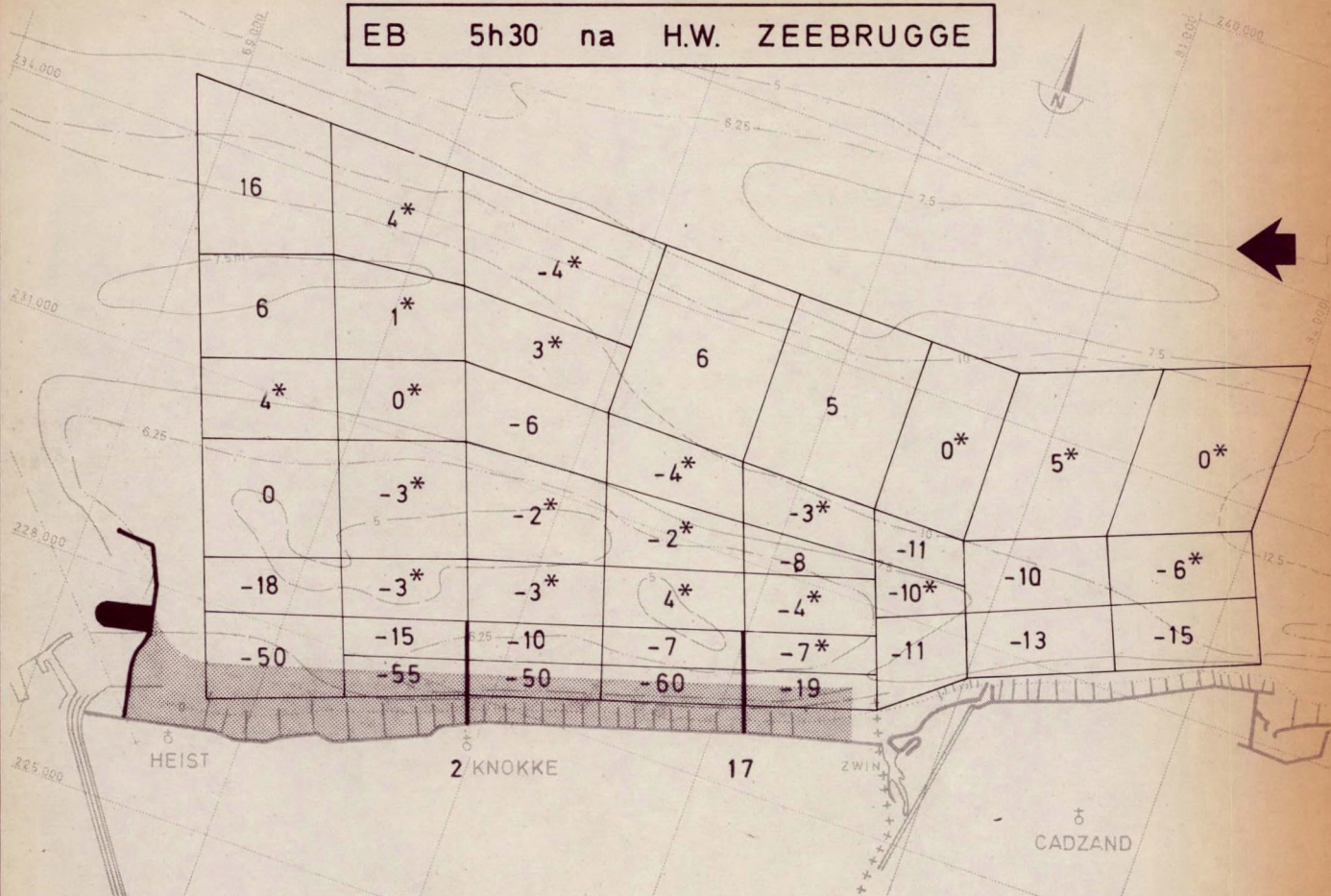


SCHAAL : 1 / 100.000

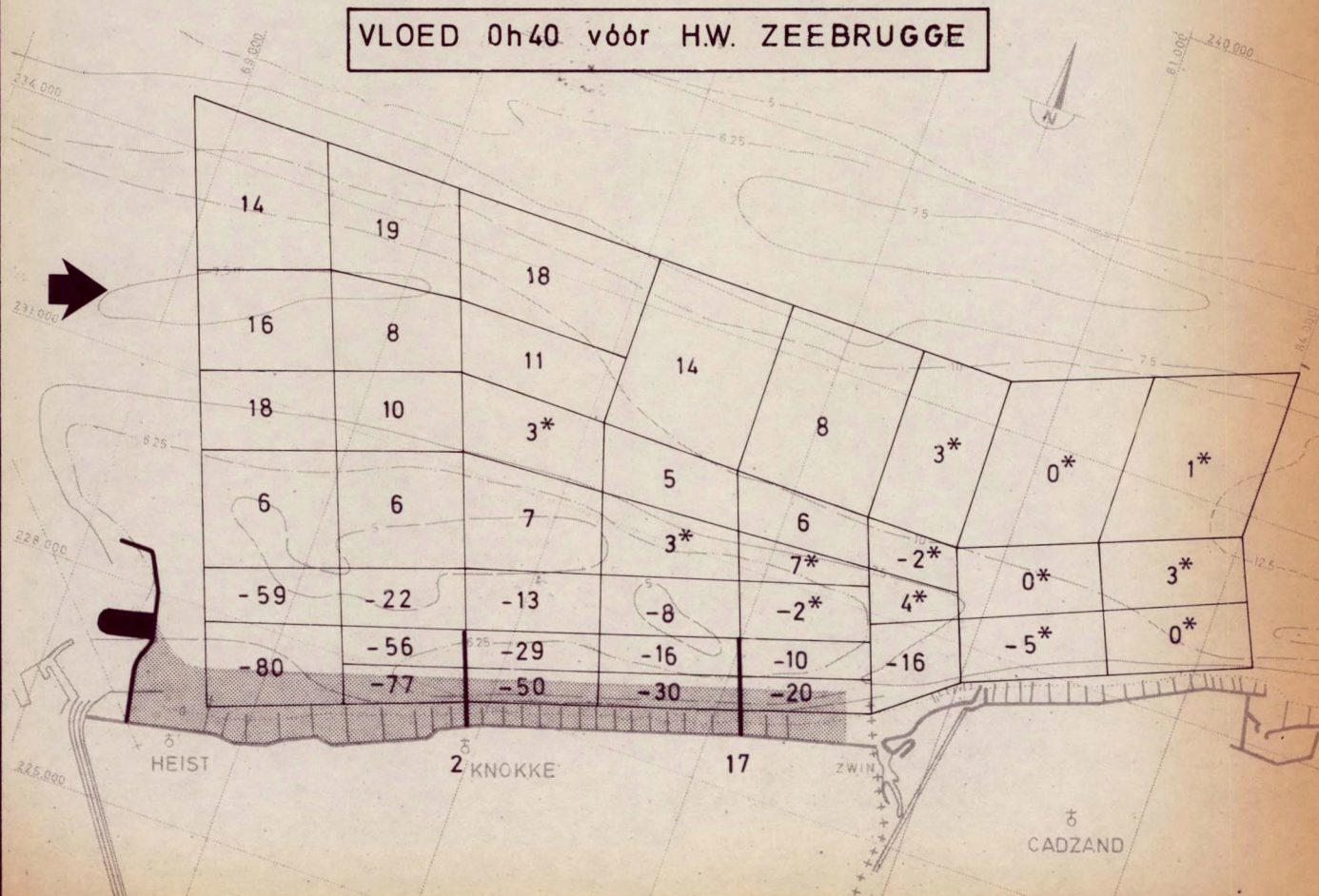
STUDIE OOSTKUST TR 40
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE





WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

MOD.265.7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

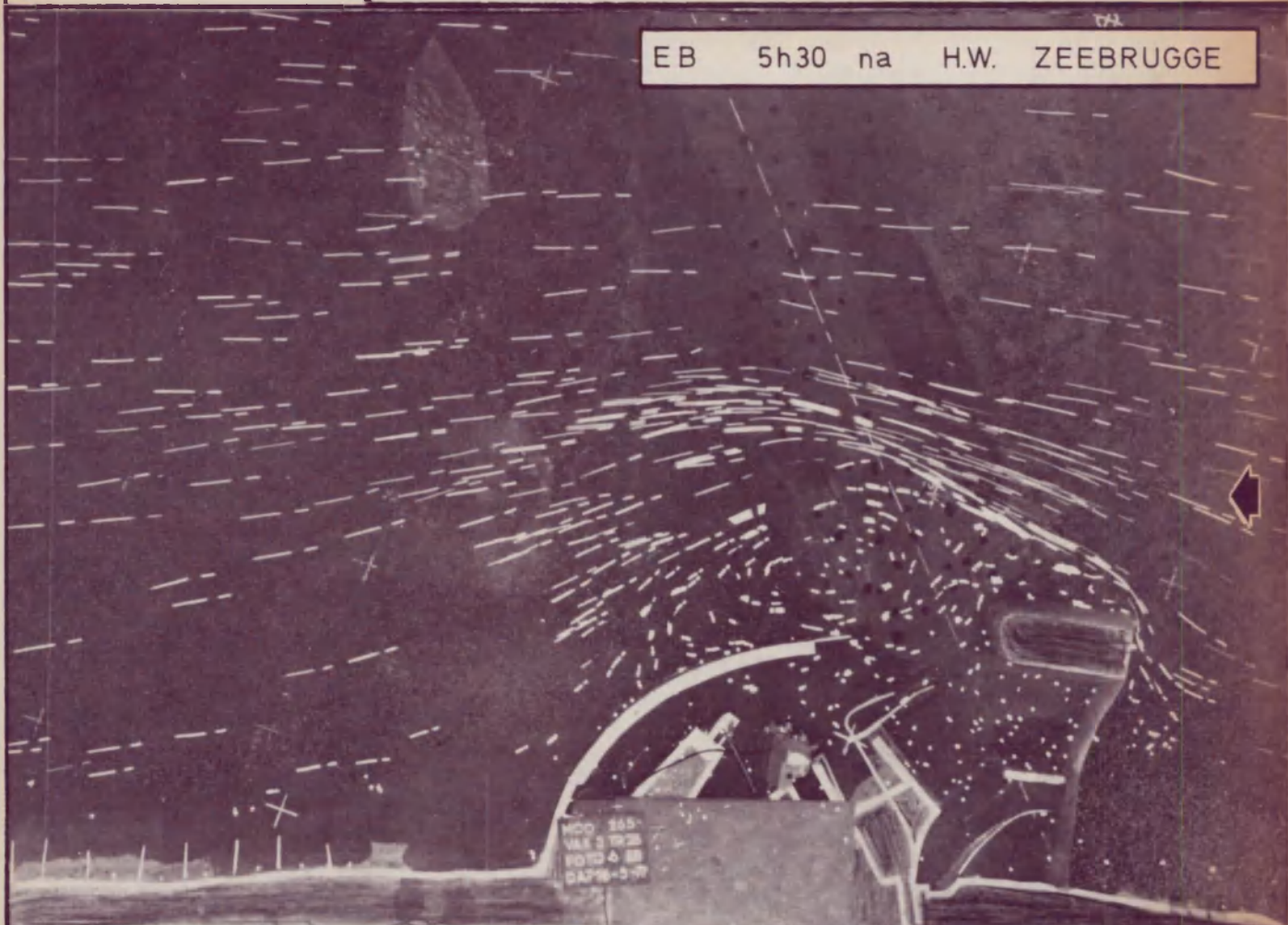
Bijlage 130

0 1 km natuur

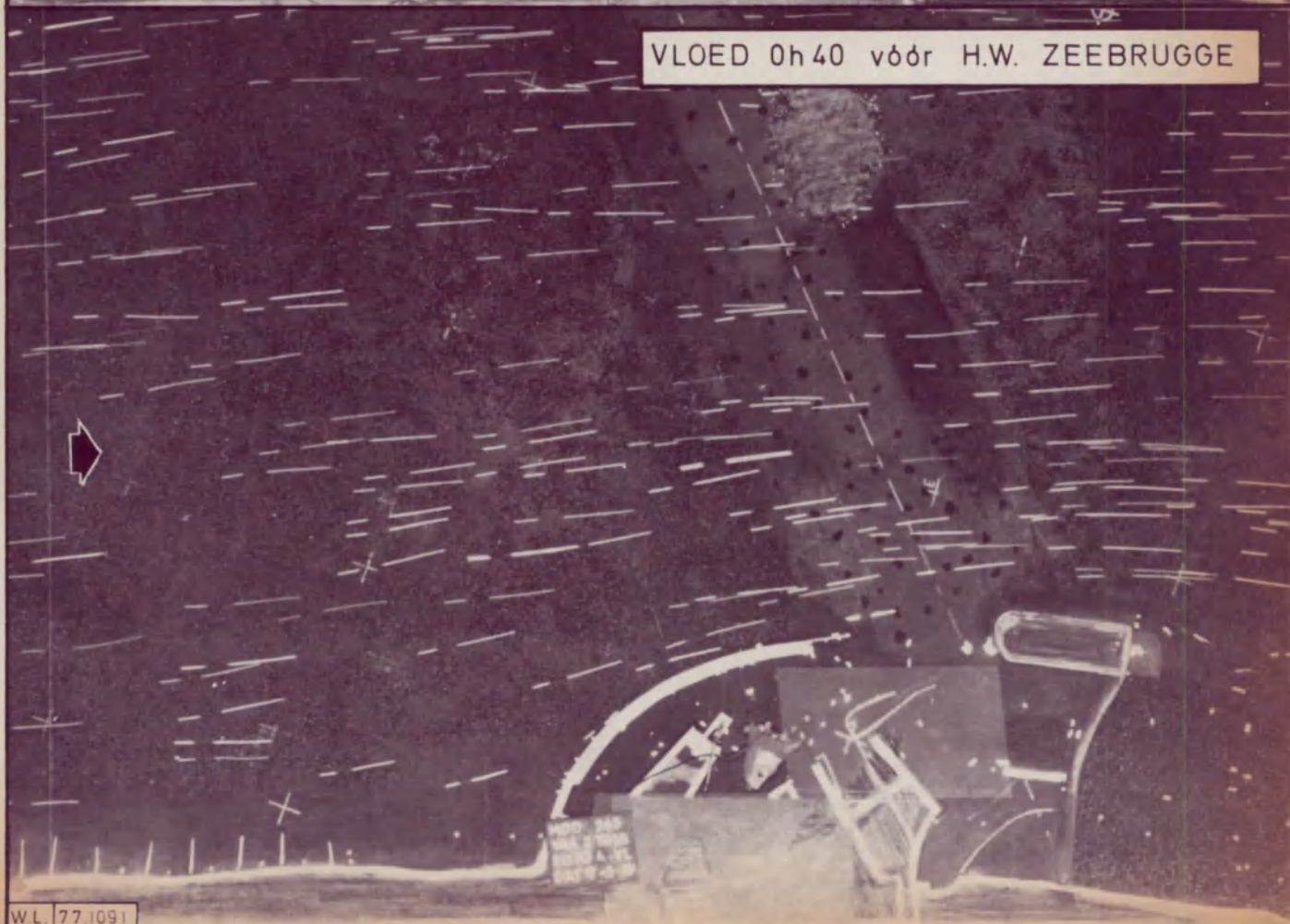
0 1 2 m/s natuur

STROOMBEELD MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
TR 28 (interim LNG '3.00ST')

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



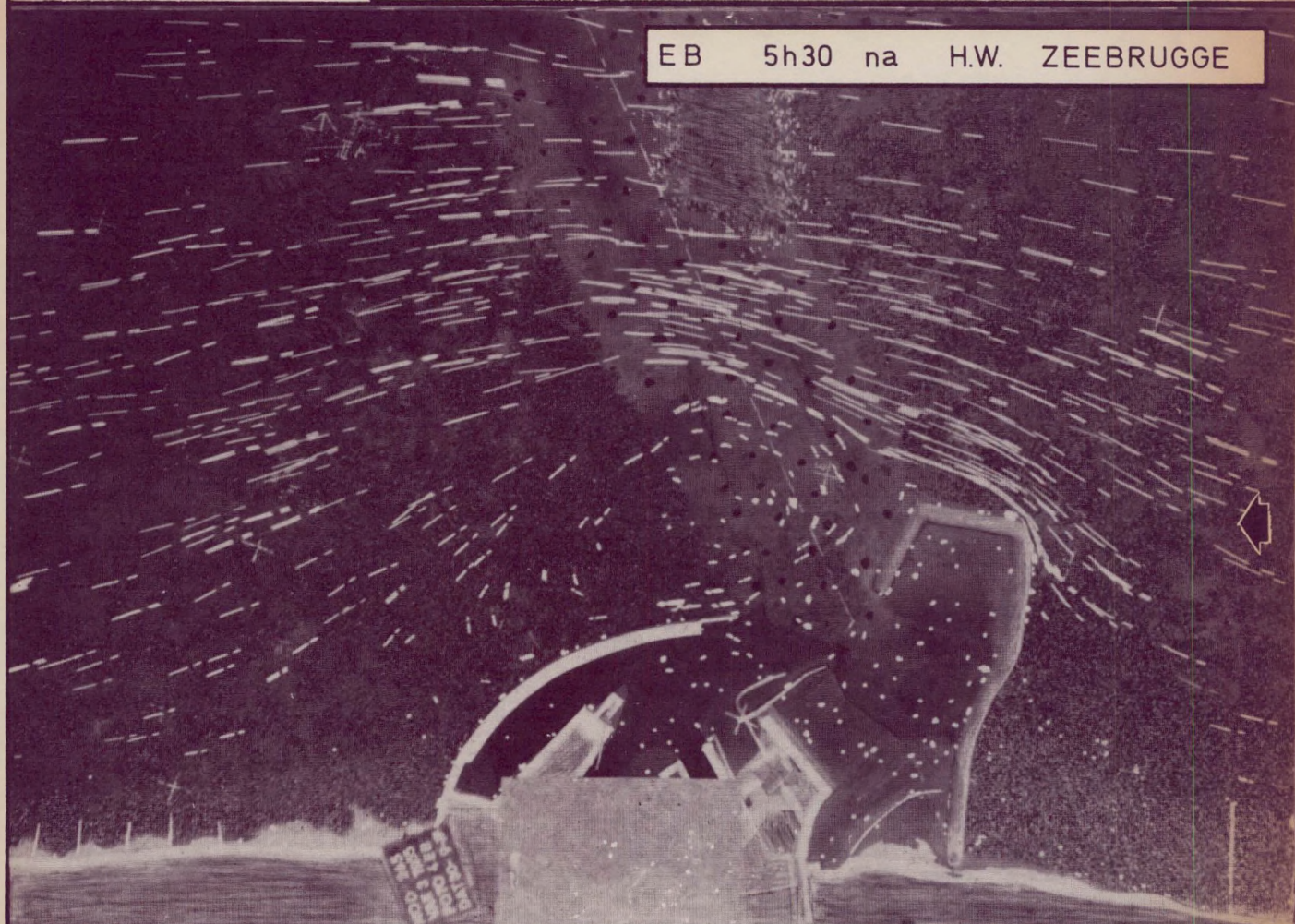


0 1 km natuur

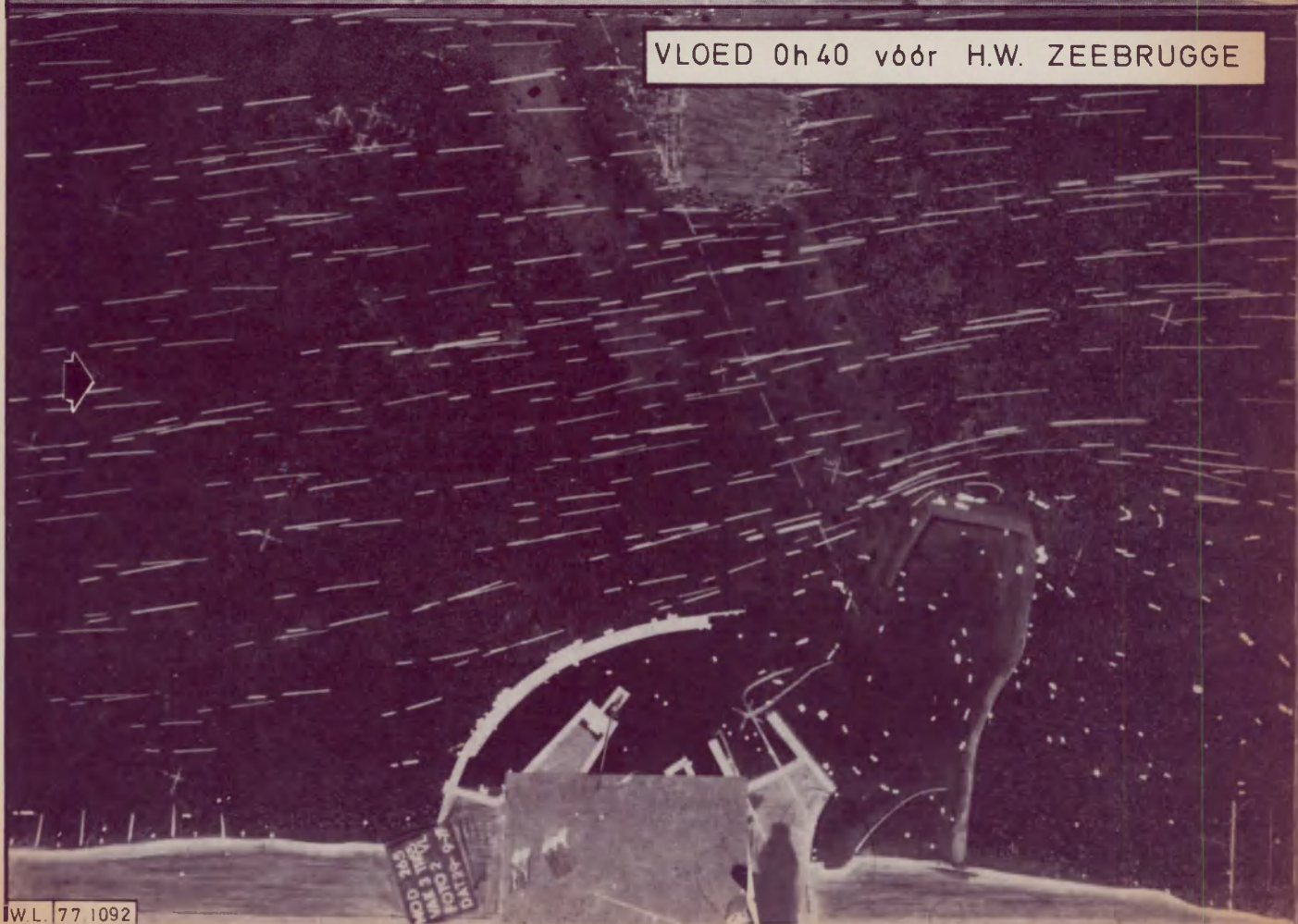
0 1 2m/s natuur

STROOMBEELD MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
TR 55 (interim LNG-variante D)

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE





WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout - antwerpen

MOD.265.7 MODEL VAN DE KUST
EN HET SCHELDEESTUARIUM

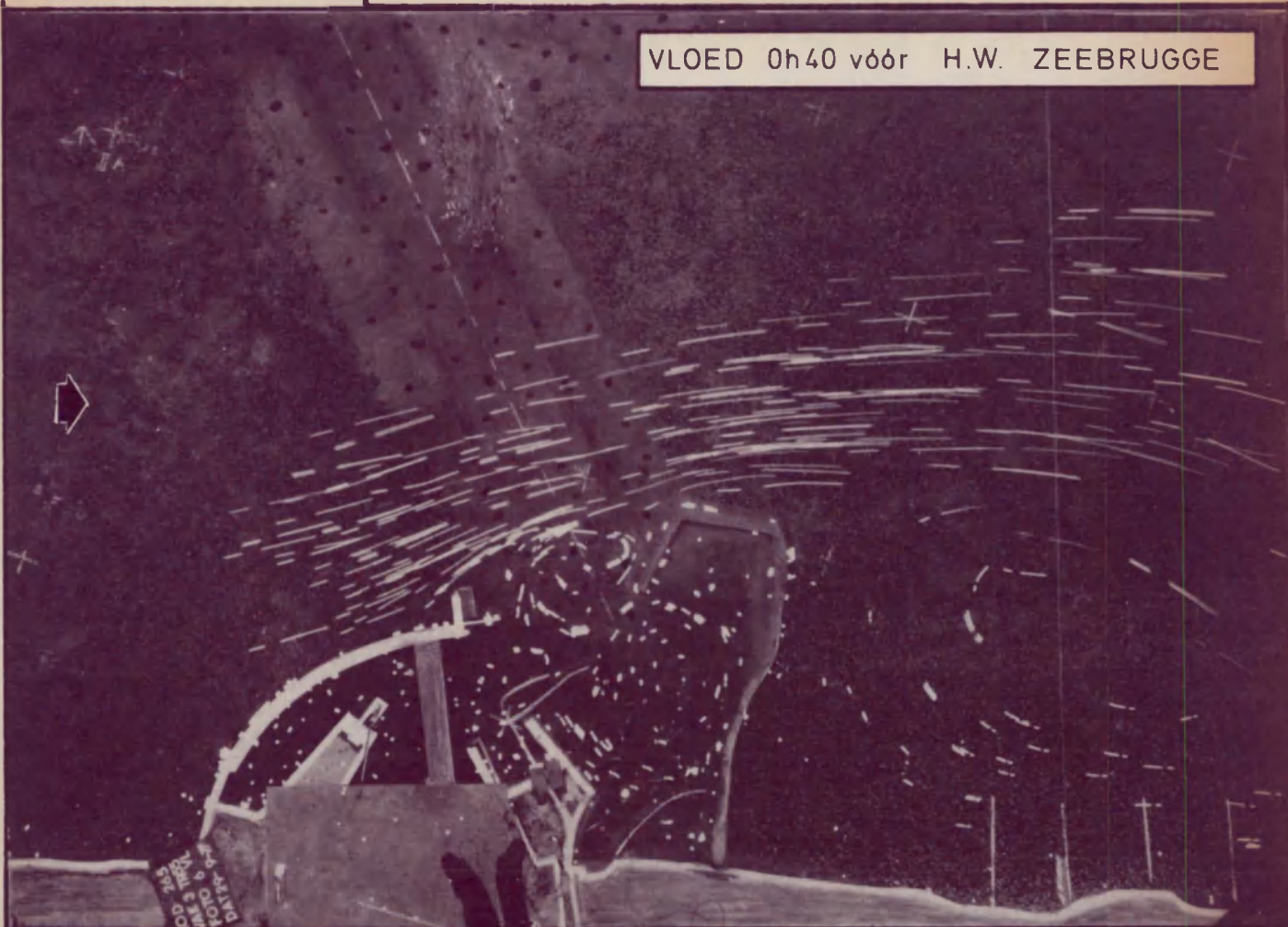
Bijlage 140

0 1 km natuur

0 1 2m/s natuur

STROOMBEELD MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
TR 55 bis en ter

VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



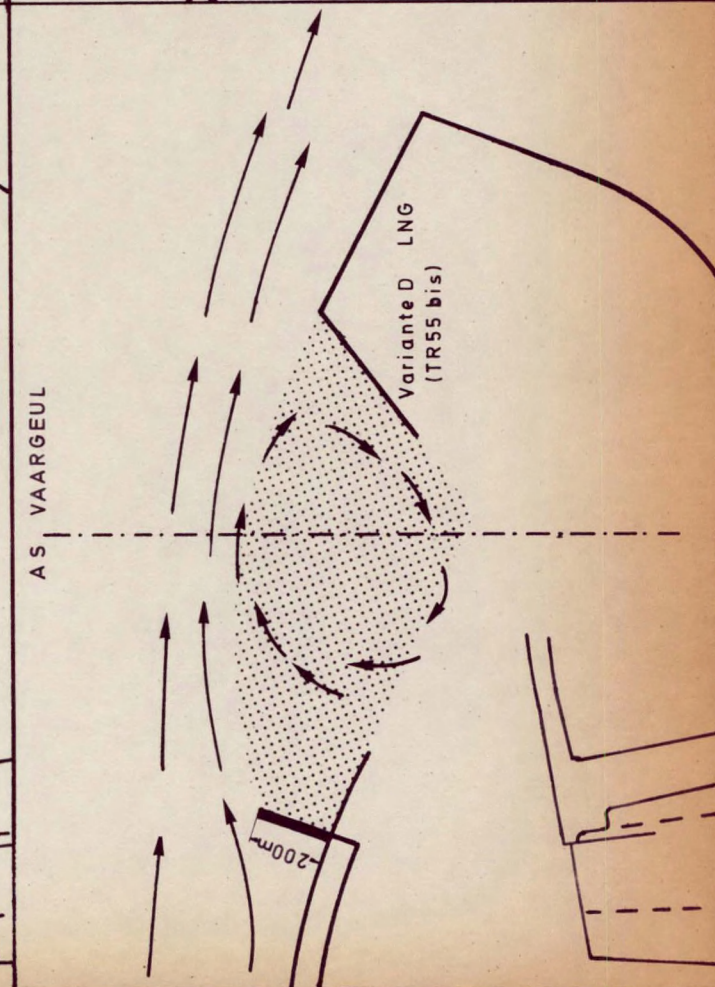
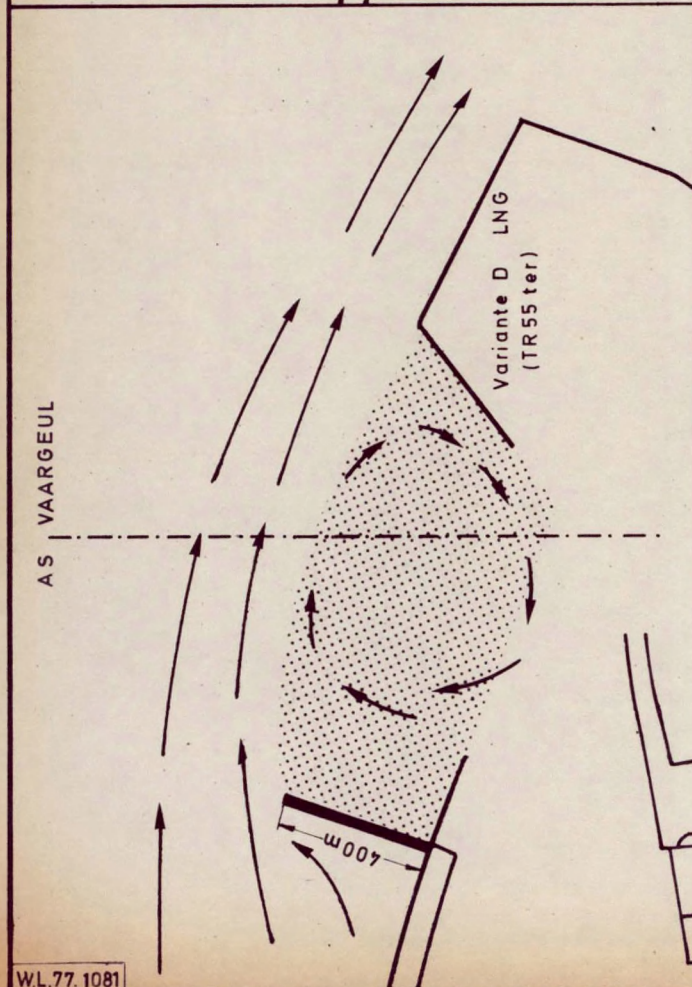
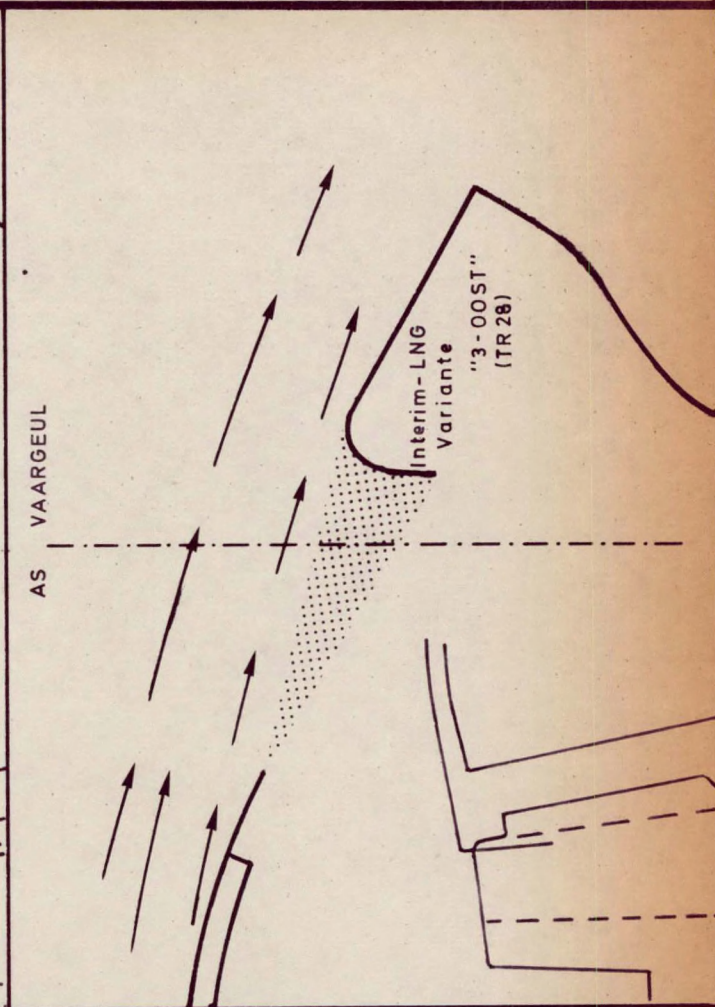
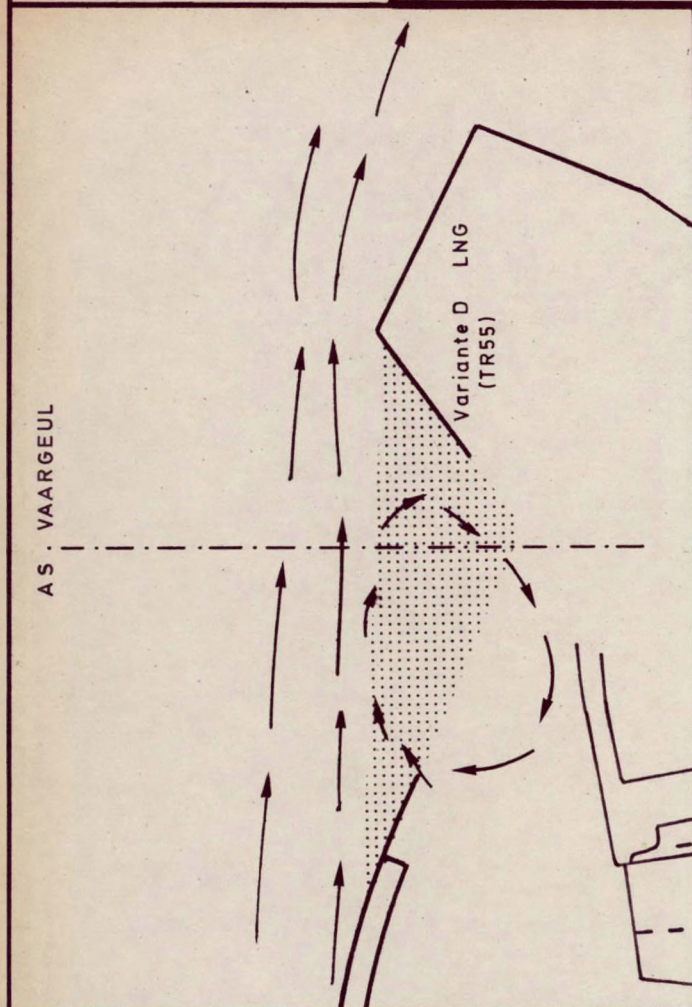
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE





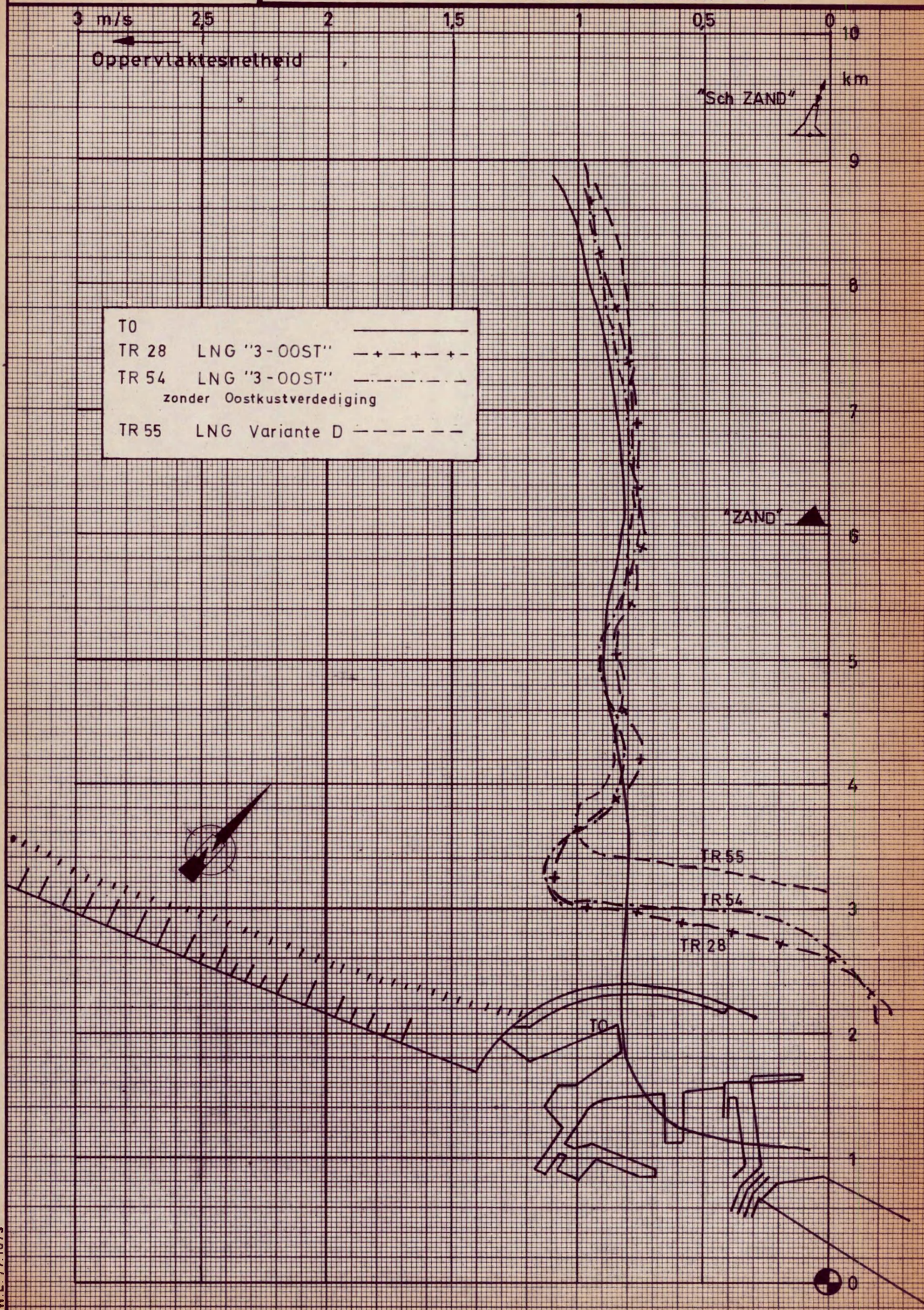
SCHAAL: 1/20.000

INTERIM LNG-HAVEN:
GROOTTE EN LIGGING VAN DE NEERZONE VOOR
DE HAVENMOND BIJ VLOED.



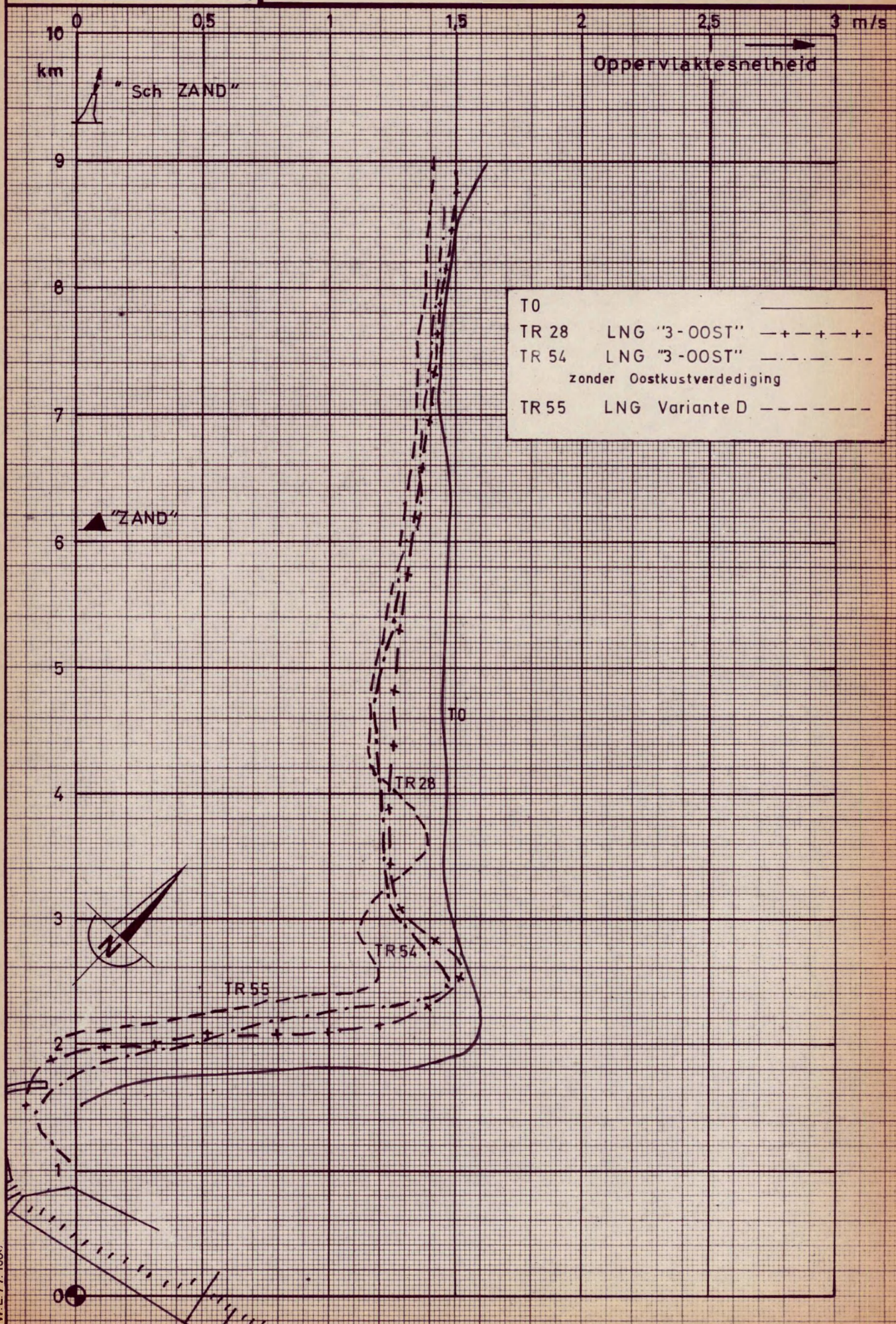
schaal: plan 1/40.000

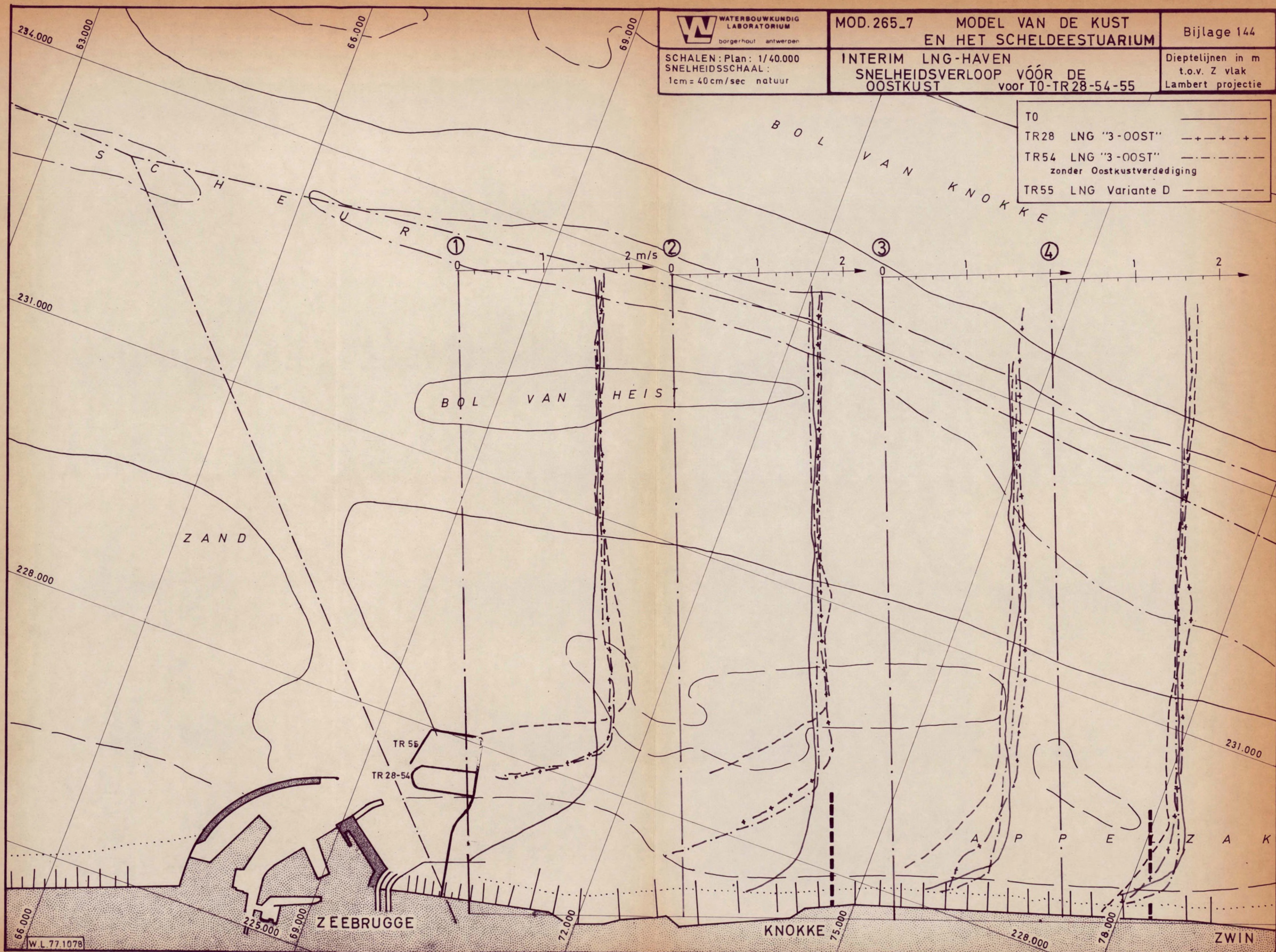
INTERIM LNG-HAVEN: SNELHEIDSPROFIEL LANGS
DE RAAI PAS V. H. ZAND VOOR T0 en TR28-54-55
EB 5h30 na HW. ZEEBRUGGE



schaal: plan 1 40.000

INTERIM LNG - HAVEN : SNELHEIDSPROFIEL LANGS
DE RAAI PAS V.H. ZAND VOOR T0 en TR28-54-55
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE







WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

MOD.265.7

MODEL VAN DE KUST EN
HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 145

SCHAAL: 1/50000

SNELHEIDSVERANDERING in% t.o.v. To
VOOR TR 28-54-55

EB 5h30 na HW. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z viak
Lambert projectie

W.L.77 1076

TR
28-54-55

7,5

625

5

63000

0

PIER

BLANKENBERGE

TR28-54 ○ ○ ○ ±10%
TR55 ● ● ● grens

66000

225000

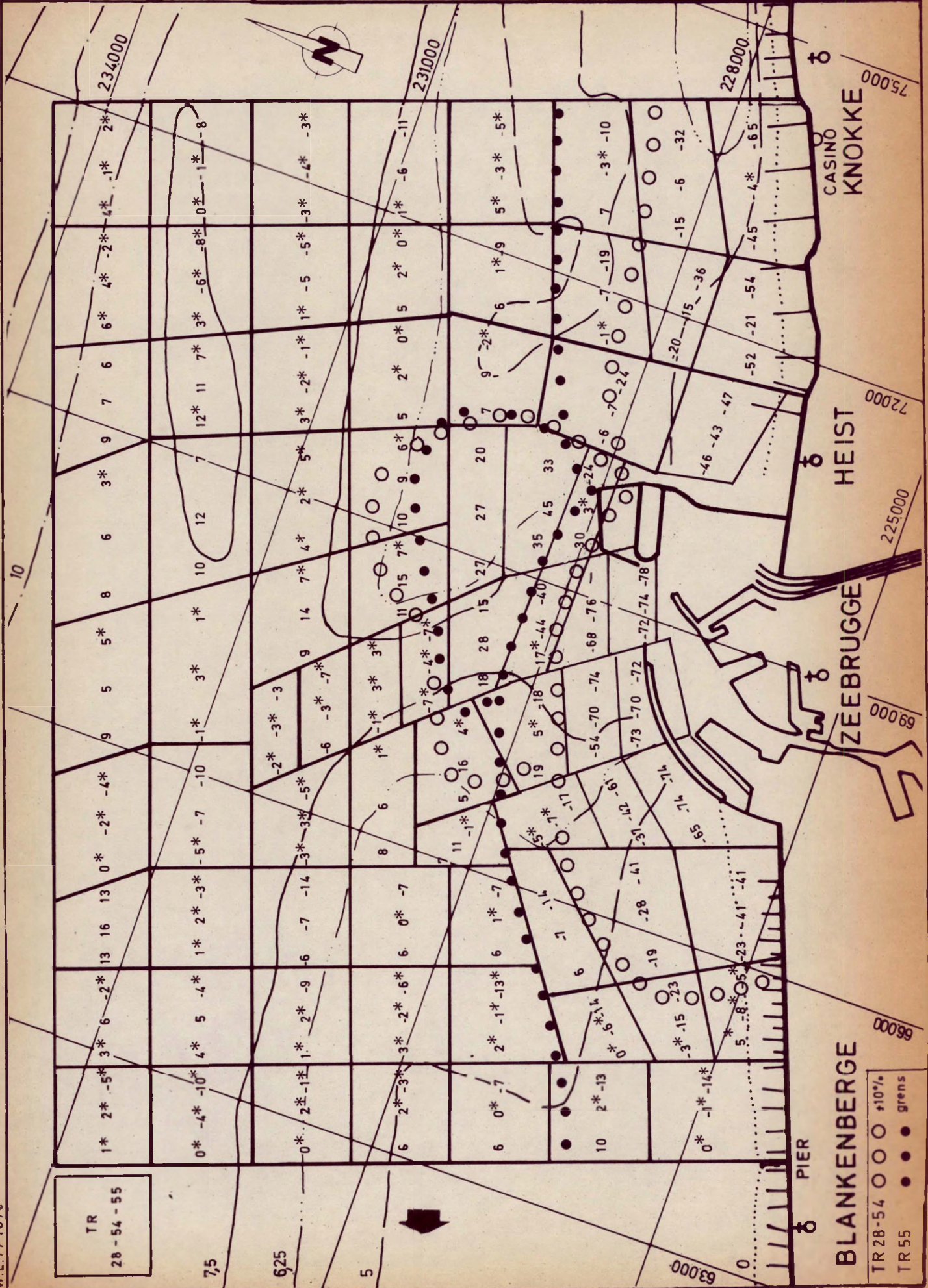
72000

75000

ZEEBRUGGE

HEIST

CASINO
KNOKKE





WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

MOD.265_7

MODEL VAN DE KUST EN
HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 146

SCHAAL: 1/50000

SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. To
voor TR 28-54-55

VLOED 0h40 voor H.W. ZEEBRUGGE

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

W.L.77 1077

TR

28-54-55

7,5

625

5



PIER

BLANKENBERGE

TR 28-54 0 0 0 +10%

TR 55 • • • • • grens

CASINO
KNOKKE

HEIST

ZEEBRUGGE

75000

72000

225000

69000

66000

69000

0

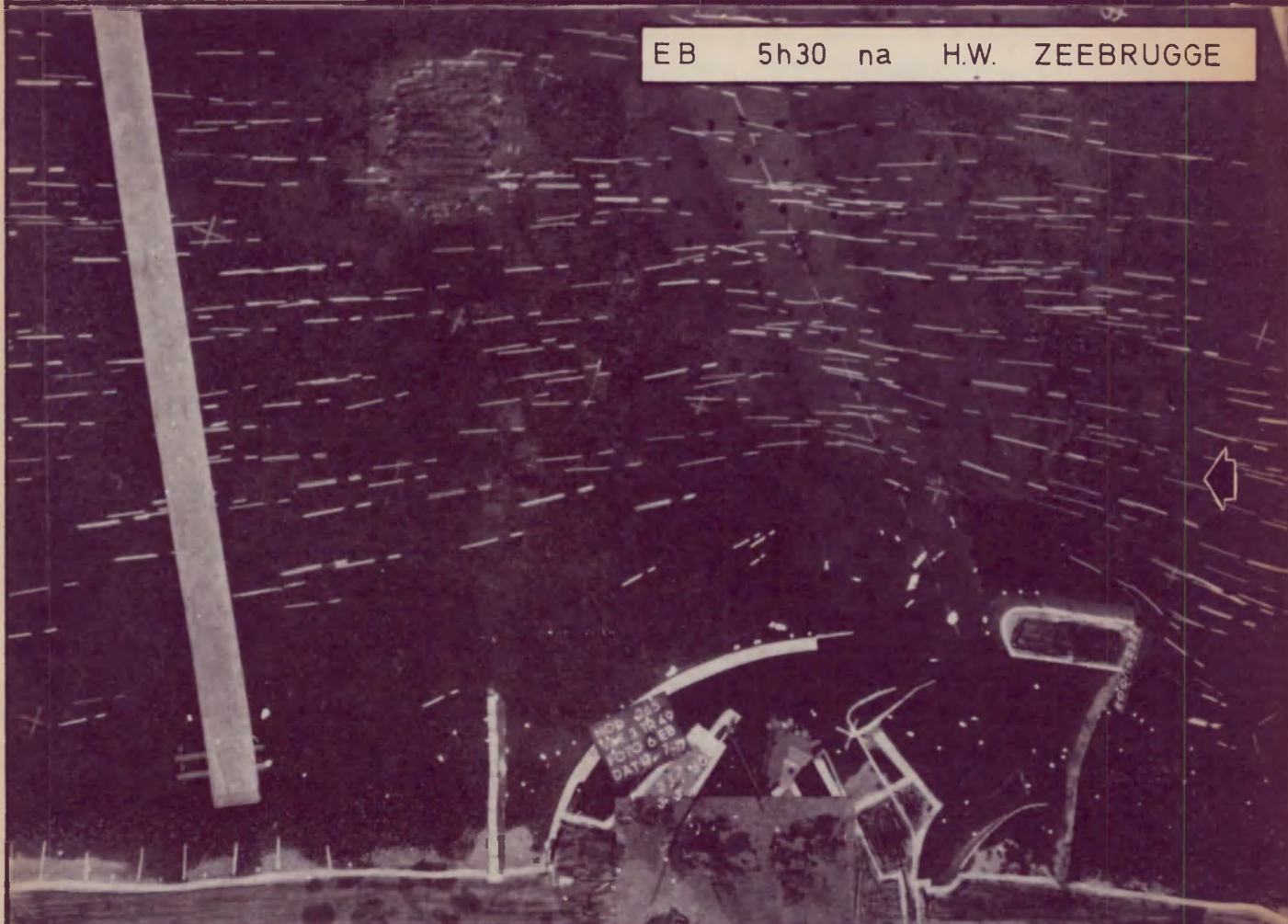


0 1 km natuur

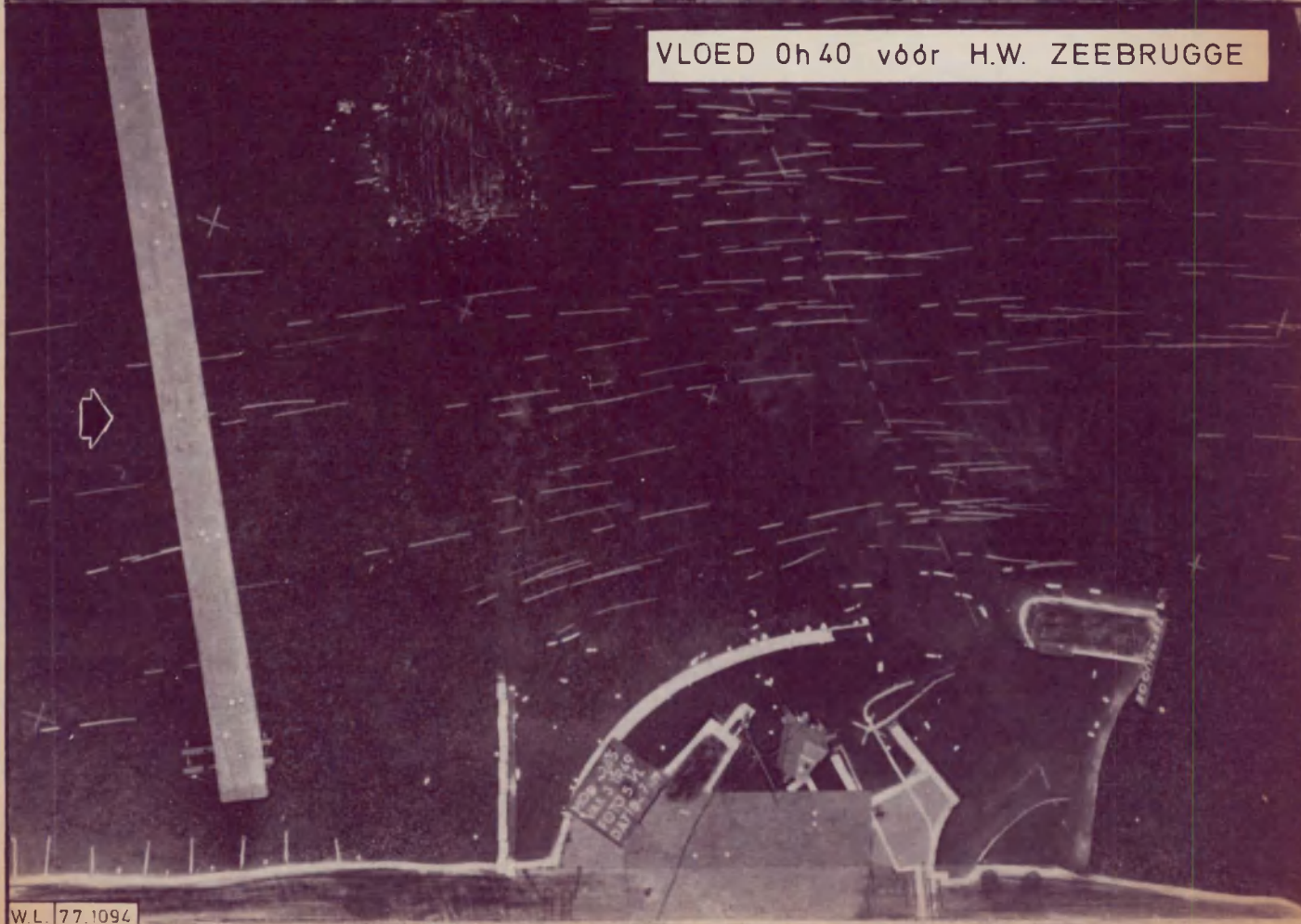
0 1 2m/s natuur

STROOMBEELD MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
TR 49

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



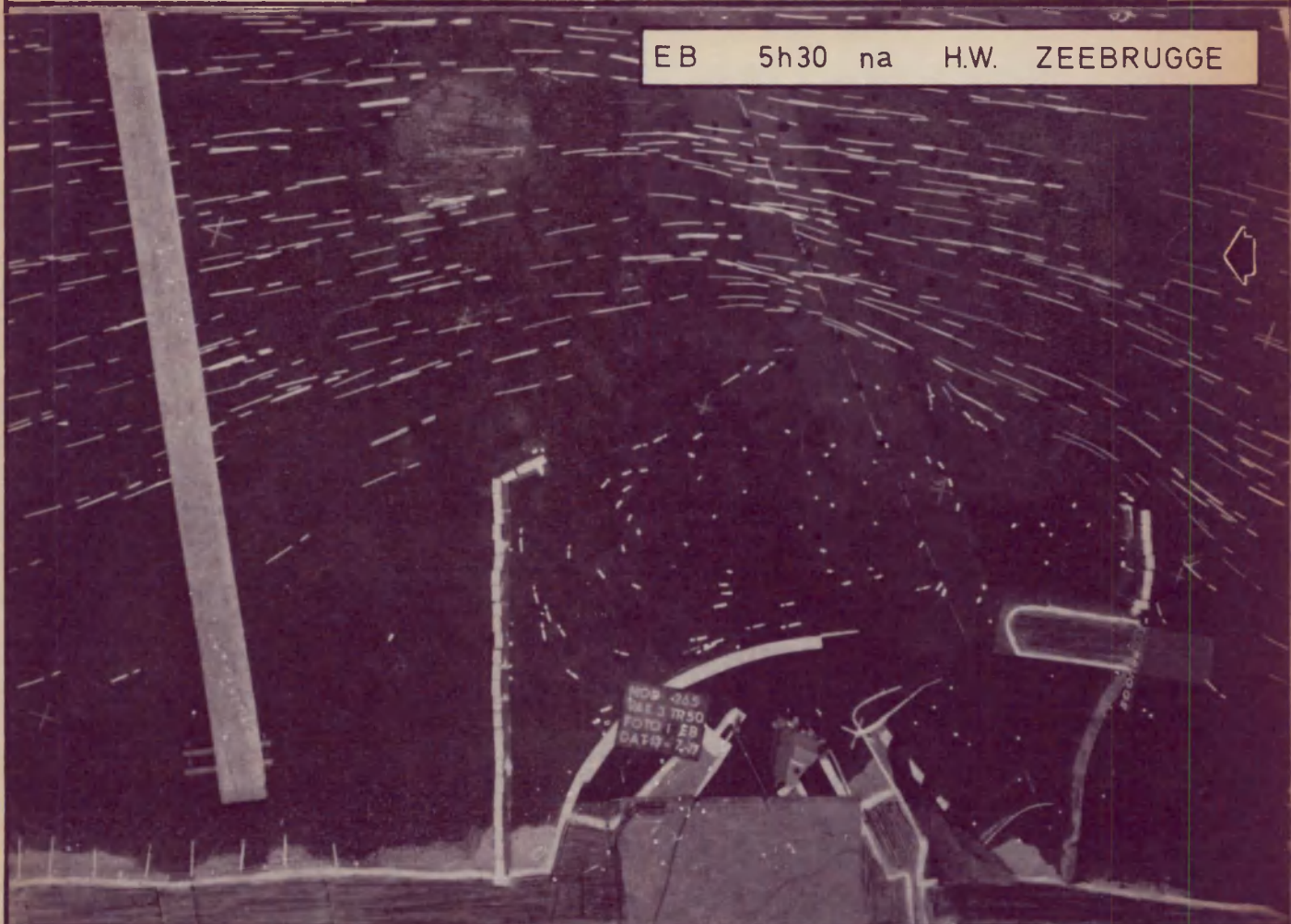


0 1 km natuur

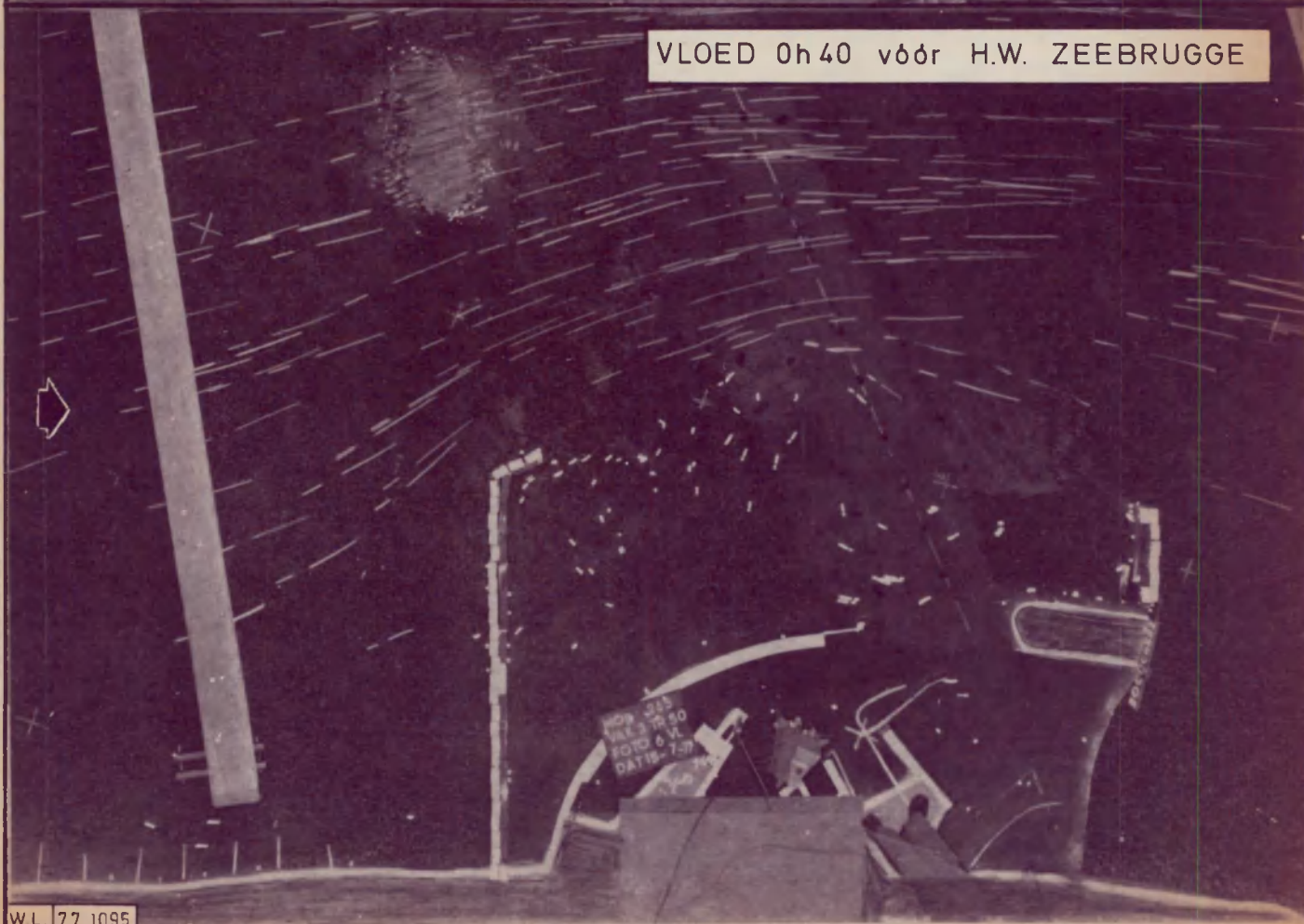
0 1 2 m/s natuur

STROOMBEELD MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
TR 50

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE





0 1 km natuur

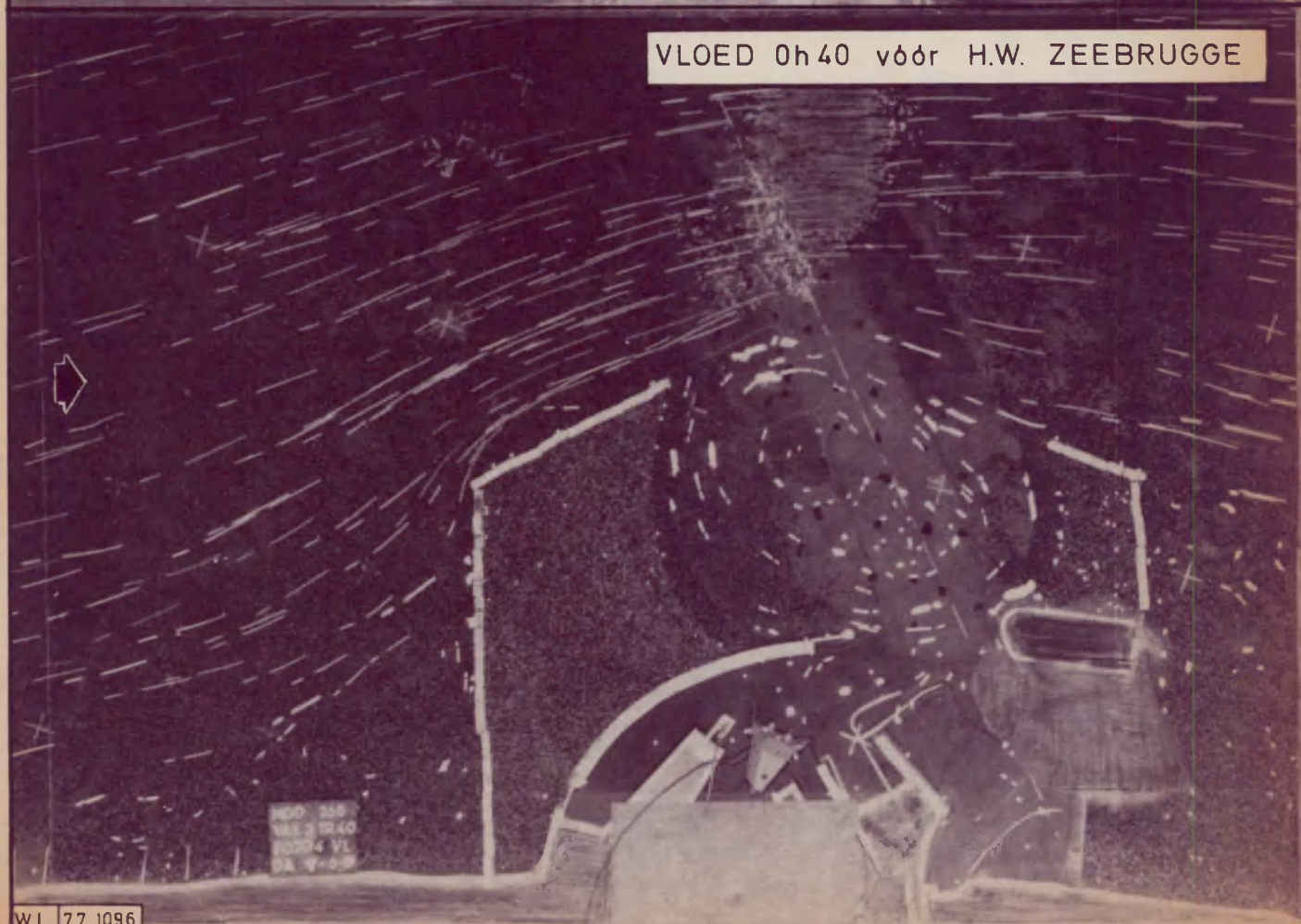
0 1 2 m/s natuur

STROOMBEELD MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
TR 40

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

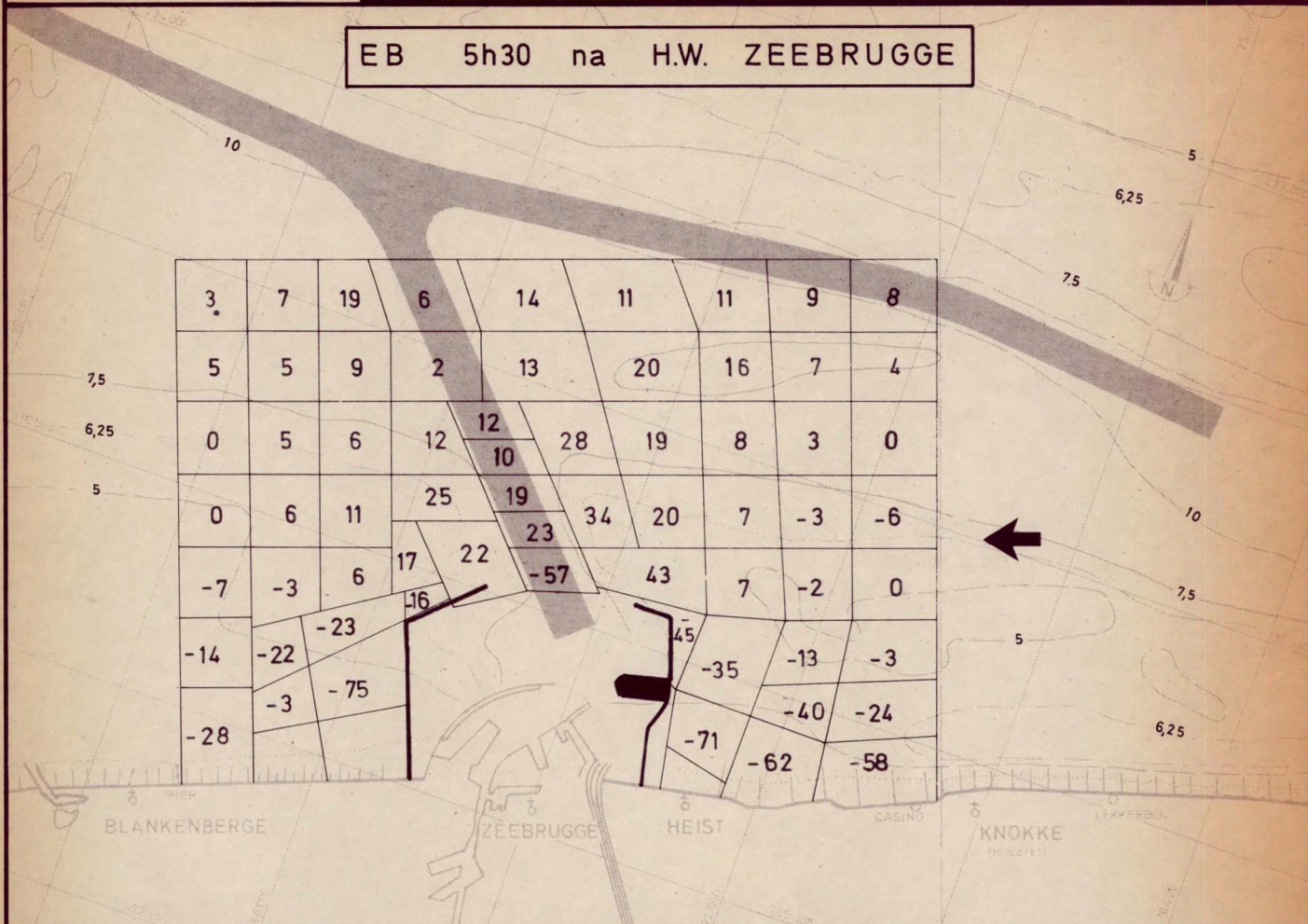


SCHAAL : 1 / 100.000

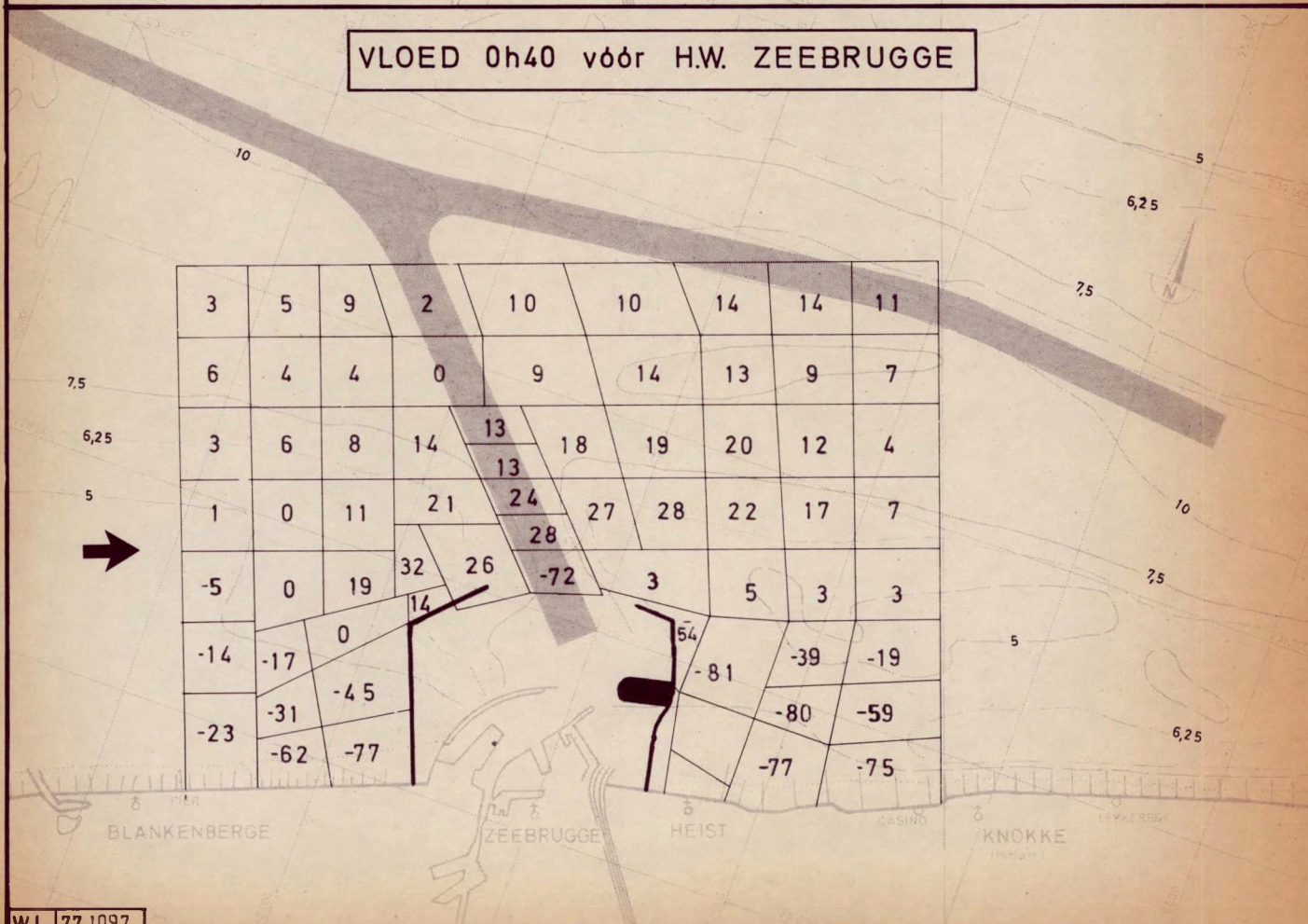
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR40 UITBOUW 1750m

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE

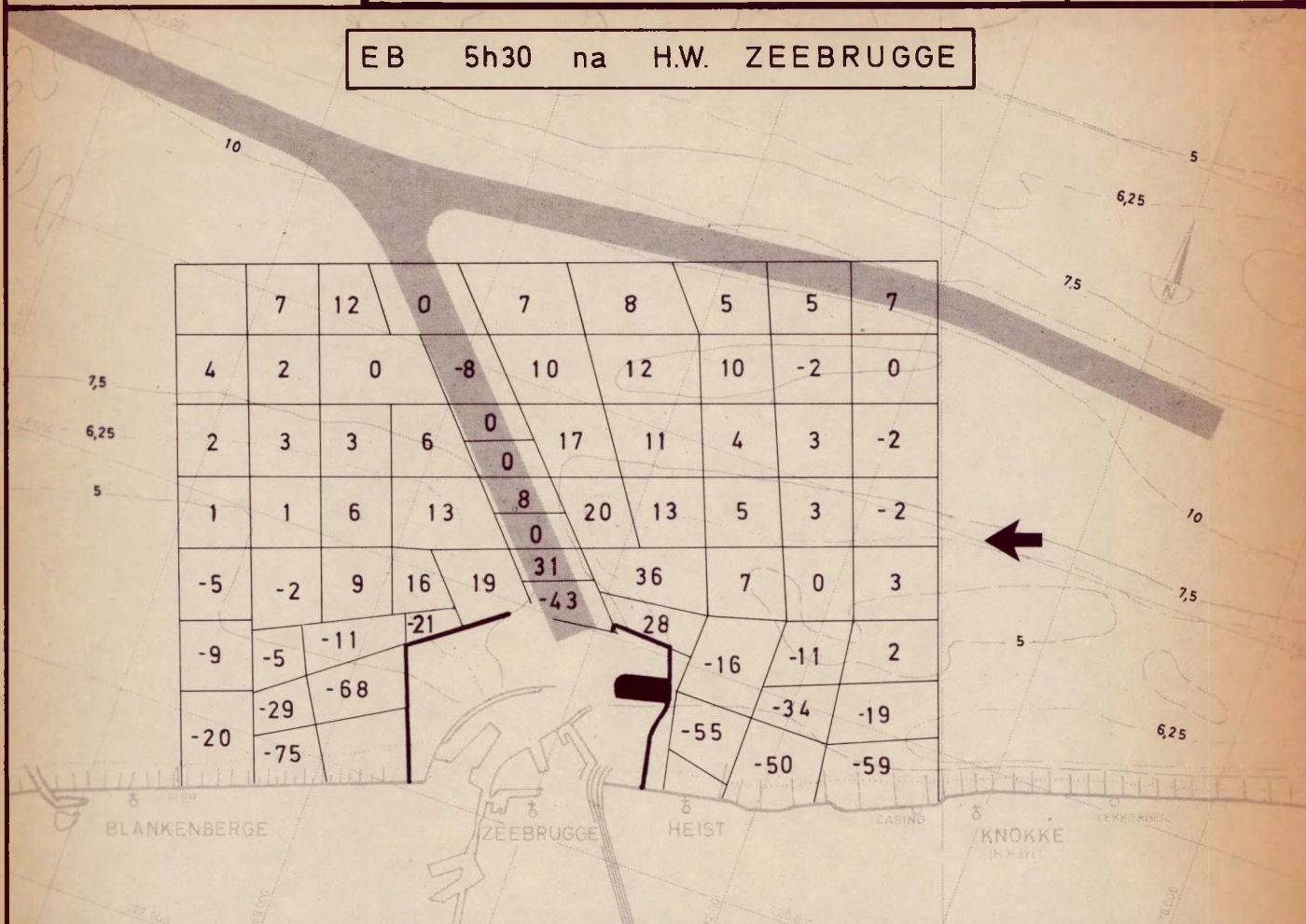


SCHAAL : 1 / 100.000

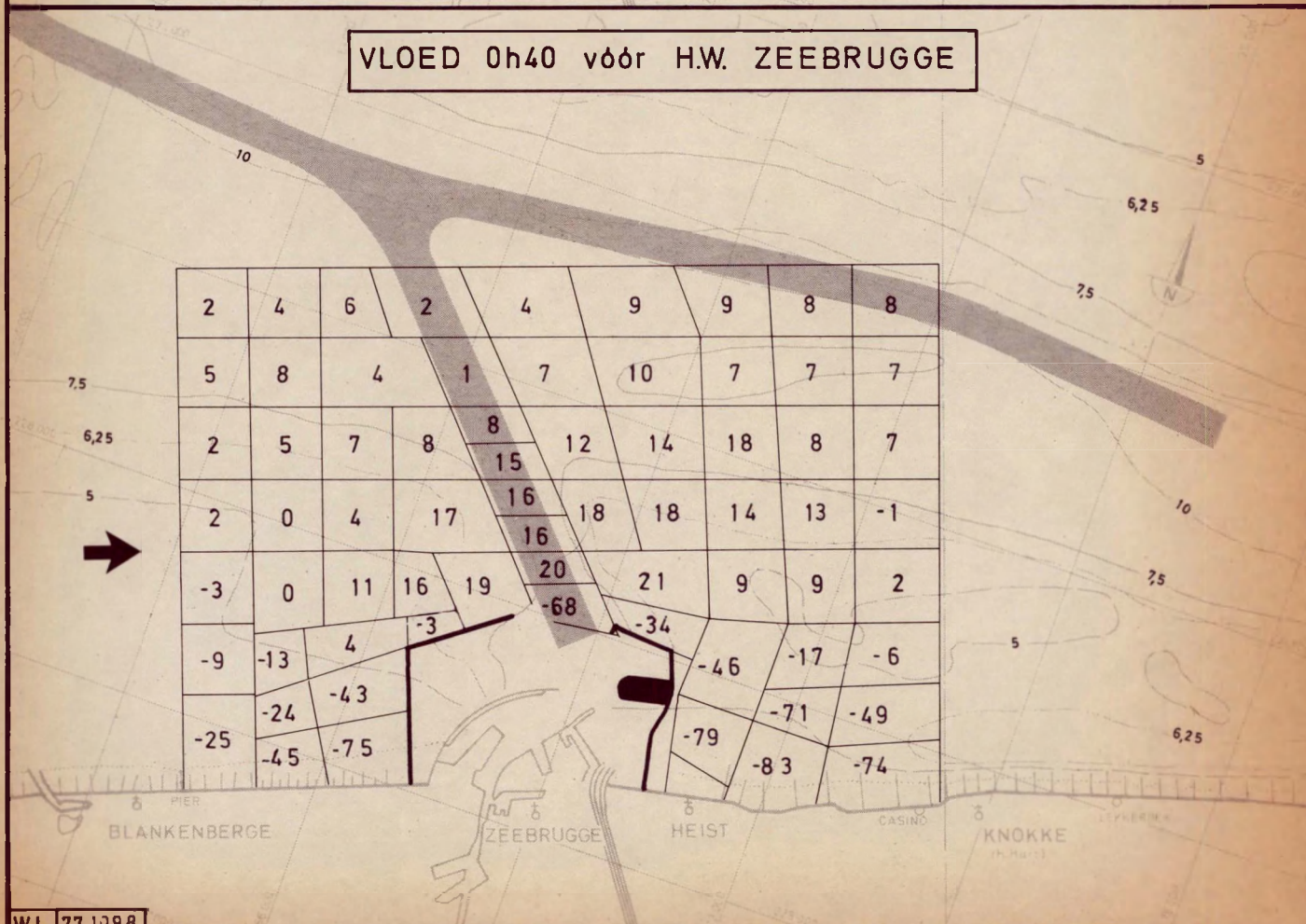
SNELHEIDSVERANDERING in % t.o.v. T0
TR 39 UITBOUW 1250 m

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z vlak
Lambert projectie

EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



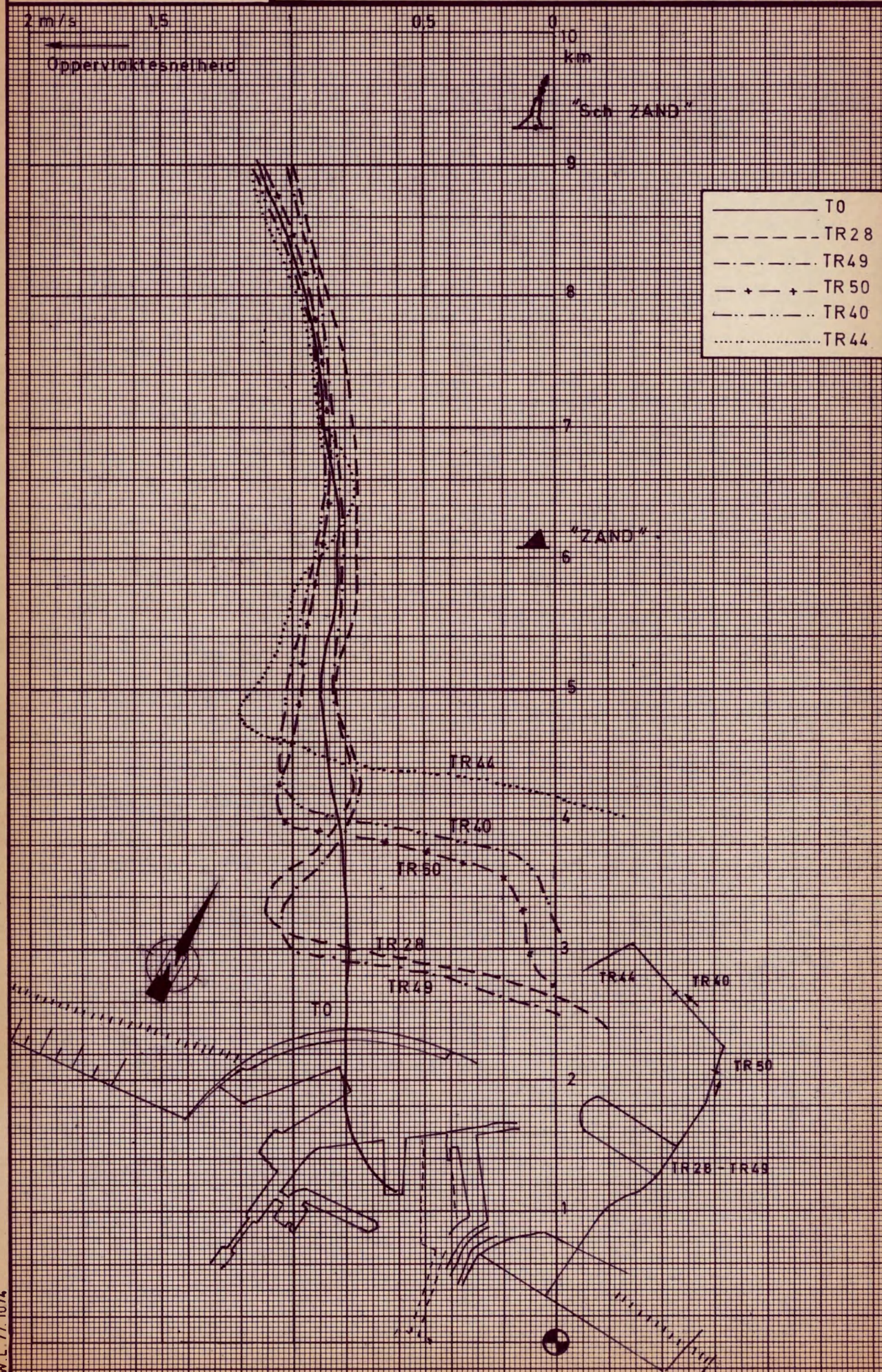
VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE





Schaal: plan 1/40000

UITBOUWFASEN : SNELHEIDSPROFIEL LANGS DE RAAI
PAS VAN HET ZAND voor T0-TR28-49-50-40-44
EB 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE

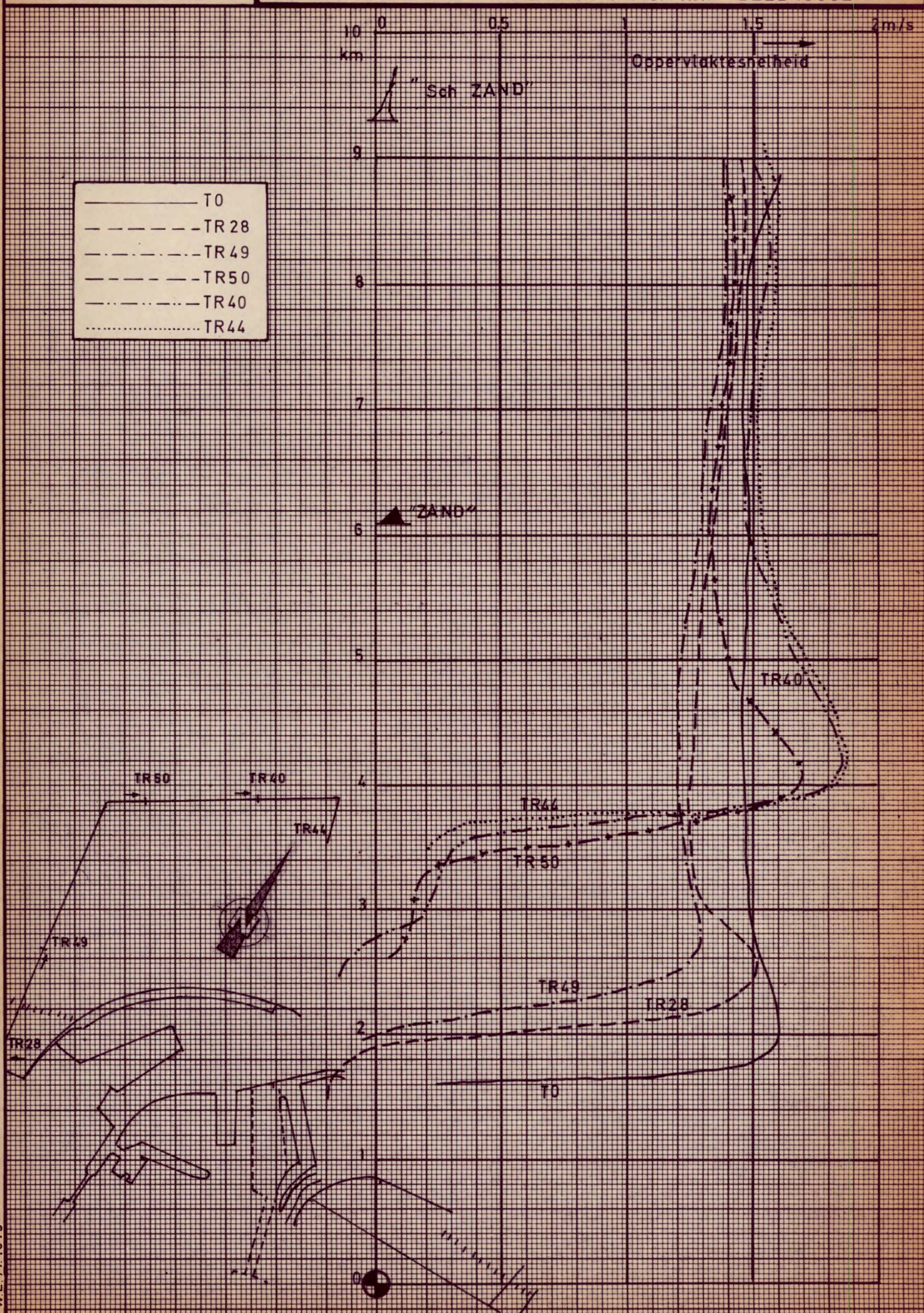


schaal: plan 1/40.000

UITBOUWFASEN : SNELHEIDSPROFIEL LANGS DE RAAI

PAS VAN HET ZAND voor T0-TR28-49-50-40-44

VLOED 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE



SCHAAL : 1 / 200.000

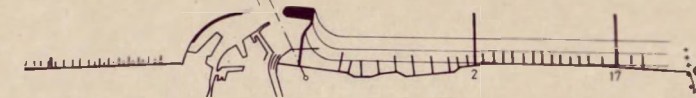
OVERZICHT DER TOESTANDEN "BOUWFASE"

TR 17



TR 28

LNG "3 OOST"



TR 54

LNG "3 OOST"



TR 55

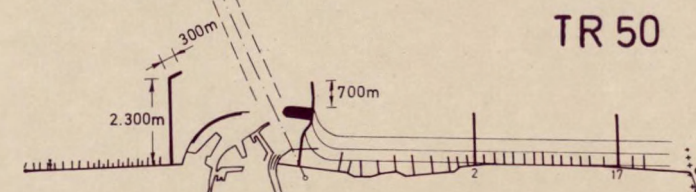
LNG variante D



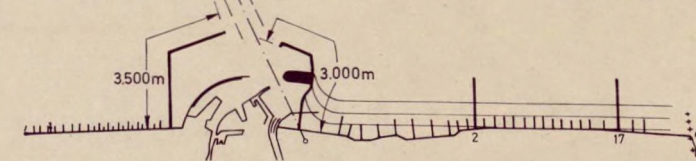
TR 49



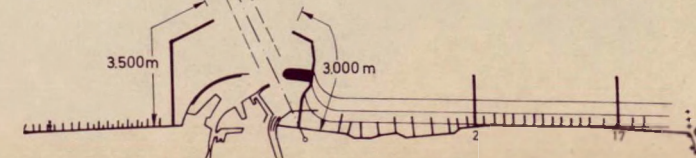
TR 50



TR 39



TR 40



editie

WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM

BERCHEMLEI 115
2200 BORGERHOUT
BELGIE
TELEFOON 031/36.18.50.

